

Sumário Executivo do ZONEAMENTO ECOLÓGICO ECONÔMICO DO ESTADO DO MARANHÃO

Etapa Bioma Amazônico



Organizadores:

Paulo Henrique de Aragão Catunda
Luiz Jorge Bezerra da Silva Dias



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DO
MARANHÃO



FUNDAÇÃO DE AMPARO
À PESQUISA, PROGRAMA E EXTENSÃO



CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Embrapa



SEPE
IMESC

GOVERNADOR DO ESTADO DO MARANHÃO

Flávio Dino de Castro e Costa

SECRETÁRIO DE ESTADO DE PROGRAMAS ESTRATÉGICOS

Luis Fernando Silva

**PRESIDENTE DO INSTITUTO MARANHENSE DE ESTUDOS
SOCIOECONÔMICOS
E CARTOGRÁFICOS**

Dionatan Silva Carvalho

DIRETOR DE ESTUDOS E PESQUISAS

Hiroshi Matsumoto

DIRETOR DE ESTUDOS AMBIENTAIS E CARTOGRÁFICOS

Josiel Ribeiro Ferreira

DIRETORA DE COMUNICAÇÃO E DISSEMINAÇÃO DE DADOS

Lígia do Nascimento Teixeira

SUPERVISOR ADMINISTRATIVO E FINANCEIRO

Rogério de Araújo Lobato

PESQUISADOR SÊNIOR DO ZEE-MA

Luiz Jorge Bezerra Dias

APOIO TÉCNICO

Anny Karolyny Oliveira Portela

NORMALIZAÇÃO

Dyana Pereira

Sandra Campos Abreu

REVISÃO

Gustavo Sampaio

CAPA/DIREÇÃO DE ARTE

Yvens Goulart

Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos-IMESC.

Sumário Executivo do Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Maranhão – ZEE. Etapa bioma amazônico. Paulo Henrique de Aragão Catunda, Luiz Jorge Bezerra da Silva Dias (organizadores). São Luís: IMESC, 2019.

493 p.

1. Bioma Amazônico. 2. Maranhão. 3. Zoneamento Econômico I. Título

CDU: 910.27:33(812.1)

SUMÁRIO

CONTEXTUALIZAÇÃO

- 1. O CONTEXTO DO BIOMA AMAZÔNICO EM TERRITÓRIO MARANHENSE.....4**
Jorge Bezerra da Silva Dias; Paulo Henrique de Aragão Catunda; Anny Karolyny Oliveira Portela; Allana Pereira da Costa; Jéssica Suyane Sousa; Anderson Silva Nunes

AS BASES NATURAIS DO BIOMA AMAZÔNICO NO ESTADO DO MARANHÃO

- 2. GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E HIDROGEOLOGIA.....28**
Jorge Hamilton Souza dos Santos; Ediléa Dutra Pereira; Leonardo Gonçalves de Lima; Mauricio Eduardo Salgado Rangel; Hélio Oliveira Costa; Gabriel Irvine Ferreira Alves dos Santos; Joelson Pereira da Graça; Matheus Gomes Moreno; Samuel Lopes Serra; Jorge Xavier da Silva
- 3. CLIMATOLOGIA REGIONAL.....79**
Gunter de Azevedo Reschke; Ronaldo Haroldo Nascimento de Menezes; Carlos Márcio de Aquino Eloi; Hallan David Velasco Cerqueira; Márcio Roberto Bezerra Fialho; Carlos Wendell Soares Dias; Messias Galvão Abreu
- 4. PEDOLOGIA.....141**
Elienê Pontes de Araújo; Adriano Venturieri; José Raimundo N. Ferreira Gama; Moacir Azevedo Valente; Gustavo Souza Valladares; Marcelino Silva Farias Filho; Luiz Guilherme Teixeira Silva; Sandra Maria Neiva Sampaio; José Ferreira da Rocha; João Firminiano da Conceição Filho; Tassio Koiti Igawa; Antônio Guilherme Campos; Deysiele Viana de Oliveira; Idevan Gusmão Soares; Silvio Aurélio Cavalcante; Jucivan Ribeiro Lopes; Hauanen Araújo Rocha; Danúbio Pinheiro Campo
- 5. METODOLOGIA DE MAPEAMENTO COMPLEMENTAR DE SOLOS NO BIOMA AMAZÔNICO NO ESTADO DO MARANHÃO.....164**
Maria de Lourdes Mendonça Santos; Jean Michel Moura-Bueno; João Batista Zonta; Victor Lamarão de França; Gustavo da Costa Freire
- 6. RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS.....212**
Helen Nébias Barreto; Veruska Costa de Jesus; Thomas Jefferson Alves Santos
- 7. LIMNOLOGIA DO BIOMA AMAZÔNICO MARANHENSE.....249**
Andréa de Araújo; Clóvis Ferreira do Carmo; Itatiane Morais Póvoas Ribeiro; Annie France dos Santos da Silva

BIODIVERSIDADE E AMBIENTES ECOLÓGICOS DO BIOMA AMAZÔNICO NO ESTADO DO MARANHÃO

- 8. FAUNA DO BIOMA AMAZÔNICO NO ESTADO DO MARANHÃO.....274**
Tadeu G. de Oliveira; Nivaldo M. Piorski; Carlos Martínez; José M. M. Rebelo; Breno C. Lima; Vitor E. C. Moura; João C. L. Costa; Zafira S. de Almeida; Laís S. Everton;

Renata S. S. Pereira; Lester A. FoxRosales; Rayana D. da Silva; Elienê Pontes-Araújo; Odgley Q. Vieira; Denise A. Rodrigues; Danúbio C. Pinheiro; Hauanen A. Rocha; Jony H. A. Silva

- 9. FLORA DO BIOMA AMAZÔNICO NO ESTADO DO MARANHÃO.....312**
Ariadne Enes Rocha; Eduardo Bezerra de Almeida Júnior; Francisca Helena Muniz; Jucivan Ribeiro Lopes; Elienê Pontes de Araújo; Hauanen Araújo Rocha; Geusa Fonseca Dourado; Isabela Pinho de Lucena; Danúbio Pinheiro Campo; Juliane Borrvalho de Andrade; Marlla Maria Barbosa Arouche

AS ATIVIDADES HUMANAS E INSTITUCIONAIS NO BIOMA AMAZÔNICO NO ESTADO DO MARANHÃO

- 10. ANÁLISE DA SOCIOECONOMIA REGIONAL.....331**
Dionatan Silva Carvalho; Adriana Cristina Rabelo da Silva; Ana Lourdes da Silva Ribeiro; Carlos Henrique Santos da Silva; Cesar Augustus Labre Lemos de Freitas; Erivam de Jesus Rabelo Pinto Junior; Geilson Bruno Pestana Moraes; Getúlio Estefânio Duarte Martins; Gianna Beatriz Cantanhede R. de Lima; Jaine Soares Coutinho; Jane Karoline Silva Mendonça; José Ribamar Trovão; Laiane Sousa Silva Rabelo; Matheus Pedrosa Carneiro da Silva; Rafael Thalysson Costa Silva; Rebeca Gomes de Oliveira Batista; Ricardo Zimbrão Afonso de Paula; Selma de Sousa Pires; Talita de Sousa Nascimento; Weskley Sandes Silva de Almeida

- 11. PADRÕES DE USO E COBERTURA DA TERRA NO BIOMA AMAZÔNICO MARANHENSE.....396**
Antônio José de Araújo Ferreira; Arkley Marques Bandeira; Erlis Hilda Gouveia Teixeira; Gisselly Poliana Santos Muniz; Ítalo Rafael Carvalho Coêlho; Jonatan Muniz Caldas; Luiz Carlos Araújo dos Santos; Yata Anderson Gonzaga Masullo

- 12. ARRANJOS JURÍDICO-INSTITUCIONAIS PRESENTES NO BIOMA AMAZÔNICO NO ESTADO DO MARANHÃO.....444**
Frederico Lago Burnett; Aldrey Malheiros; Carla Andrea de Melo Dias Almeida; Clara Raissa Pereira de Souza; Jacilmara Santos Melo; Juscinaldo Góes Almeida; Leonardo Silva Sousa; Luciene Ramos Boeira Teixeira; Samara Gomes de Souza; Samara Silvestre; Maria Rodrigues Garcia

O CONTEXTO DO BIOMA AMAZÔNICO EM TERRITÓRIO MARANHENSE

Equipe

Jorge Bezerra da Silva Dias; Paulo Henrique de Aragão Catunda; Anny Karolyny Oliveira Portela; Allana Pereira da Costa; Jéssica Suyane Sousa; Anderson Silva Nunes.

1 INTRODUÇÃO

O Bioma Amazônia tem preocupado diversas partes dos meios geopolítico e geoeconômico nacional e internacional, bem como às comunidades ambientalista e científica, além de entidades representativas de povos que subsistem em função dos diversos recursos que esse macroespaço natural dispõe (BECKER, 2007). Nesse sentido, pressões as mais diversas, sobretudo associadas à supressão vegetal ou desmatamento, uso inadequado das terras, processos erosivos remontantes, queimadas naturais ou intencionais e assoreamento de cursos d'água de diversos tamanhos, profundidades e larguras concorrem para a diminuição da biodiversidade regional, bem como para uma perda dos atributos de sua *geodiversidade*.

Não obstante, tudo isso ocorre nas parcelas Oeste, Central, Norte e Noroeste do Estado do Maranhão, onde está materializada territorialmente essa macrounidade ambiental, que tem em território maranhense a sua ocorrência mais oriental. Esforços públicos, privados, da sociedade civil e de todos os entes são necessários para garantir a recuperação ambiental em equilíbrio com o uso adequado do território para fins produtivos, com respeito às limitações e potencialidades naturais. Nesse sentido, o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) se destaca, pois ele é concebido e orientado para a proposição de ações para garantir o equilíbrio ambiental e o desenvolvimento econômico e social regional.

Dessa maneira, ZEE é definido como um conjunto de conhecimentos inter e transdisciplinares indispensáveis ao planejamento e ao ordenamento dos territórios. Portanto, é formado por documentos técnico-científicos que devem apresentar um caráter oficial (ou seja, elaborado pelo Poder Público) voltado para a compreensão das particularidades territoriais voltadas para o planejamento e ordenamento dos espaços e fatos geográficos.

O termo que melhor o define é *inteligência territorial*, pois esse instrumental é considerado a “pedra angular” do planejamento contemporâneo, de forma integrada. A partir dele, cada célula territorial regional deve ter suas próprias

funções ecológicas e econômicas, a ser definidas pelas suas características concebidas de maneira transversal.

Assim, o ZEE passa a ser considerado um instrumento de gestão técnico-científica disponível para o(s) Governo(s), o setor produtivo e a sociedade em geral, que tem por objetivo delimitar geograficamente áreas territoriais para o estabelecimento de regimes especiais de uso, gozo e fruição da propriedade, obedecendo as normas em vigor quanto a suas restrições e/ou vocações (DIAS, 2017). Destarte, ao ser elaborado, o ZEE serve diretamente a todos os atores sociais que desenvolvem suas atividades no território zoneado, bem como os entes que possam futuramente aproveitar as potencialidades geoambientais e geoeconômicas do recorte geográfico analisado para fins de proteção ambiental ou aprimoramento das cadeias econômicas regionais.

O Poder Público em suas três instâncias (Governo Federal, Governo Estadual e Governos Municipais) e esferas (Executivo, Legislativo e Judiciário), juntamente com os órgãos controladores, os empreendedores (de diversas matizes e portes, que representam a iniciativa privada) e as comunidades humanas são os principais setores que utilizarão as bases de dados e informacionais que o Zoneamento Ecológico-Econômico dispõe. Dessa maneira, é importante frisar a necessidade de capilarização dos cenários tendenciais e prospectivos do ZEE para todas as esferas administrativas da Gestão Estadual, etapa essa que é posterior à de Diagnósticos Temáticos, que neste volume é apresentada.

As questões ambientais e as de natureza econômica são elementos analíticos indispensáveis a quaisquer esforços relacionados ao planejamento e ao ordenamento dos territórios. O fato de estarem ligadas ao fornecimento de suportes ou de insumos diretos ou indiretos para o desenvolvimento das atividades humanas permite apontar que cada célula espacial, devidamente delimitada por técnicas oficiais de cartografia temática, direciona-se para usos e funções específicas com suas viabilidades e/ou fragilidades para cada cenário de intervenção a ser criado, quer seja ele voltado para a proteção ambiental, quer seja para a indicação de territórios produtivos.

A concepção integrada de mais de um elemento natural para a composição de diagnósticos para a análise das vulnerabilidades ou potencialidades ambientais não é atual. Diversos pesquisadores já apresentavam essa perspectiva como um modelo integrador de reconhecimento da dinâmica natural atuante sobre

um determinado arranjo territorial, sem as interferências humanas, e, portanto, bastante influente ao longo do tempo geológico (TRICART, 1959; AB'SÁBER, 1971; TRICART; CAILLEUX, 1973; MONTEIRO, 2001; CAILLEUX; TRICART, 2010). E isso, na segunda metade do século XX, já era apontado como um fator indispensável para o ordenamento dos territórios passíveis de planejamento ativo, ou seja, em franco estágio de reconhecimento por estratégias diversas de ordenamento (TRICART, 1977).

Ab'Sáber (2004), por seu turno, indica que há uma necessidade evidente de orientação de esforços para o ordenamento dos territórios brasileiros e estaduais em função das regiões naturalmente circunscritas ao que ele denomina *domínios de natureza*, como o caso dos territórios amazônicos no contexto maranhense, algo imprescindível para a configuração de ZEEs tão necessários para a compreensão dos espaços totais regionais, estaduais e nacionais.

Outrossim, o entendimento das articulações opostas das atividades humanas em relação à organização dos elementos físico-bióticos (ou naturais) conflui para o entendimento integrado das problemáticas afeitas ao mal ou desorientado uso dos recursos naturais disponíveis em um *background* territorial, também considerado um conjunto de *heranças da natureza* (AB'SÁBER, 2012). Tais informações territoriais são condições necessárias para compatibilizar os usos ou restrições potenciais frente às demandas econômicas regionais e às pressões ambientais (ZACHARIAS, 2010).

Uma importante ferramenta técnico-científica para a composição das células espaciais a constar de um Zoneamento Ecológico-Econômico é a metodologia dos *geossistemas*. Esses, por seu turno, são fatos puramente naturais, ou seja, são complexos territoriais naturais (SOTCHAVA, 1977), cuja evolução está inserida no contexto da história geológico-geomorfológica e climatobotânica regional ou macrorregional (DIAS et. al., 2017).

Os geossistemas possuem dinâmicas expressas nas paisagens e estão em constante processo de alteração pelos padrões e formas de uso dos recursos naturais pelas sociedades humanas ao longo do tempo histórico. Neste capítulo, serão colocados em evidência dois conjuntos de informações: o primeiro está relacionado ao contexto metodológico comum adotado no Diagnóstico do ZEE-MA para o Bioma Amazônico; já o segundo apresenta um contexto discursivo que

relaciona a evolução histórico-ocupacional do território e suas implicações ambientais.

2 CONTEXTO METODOLÓGICO COMUM

Para realizar o Diagnóstico Territorial do espaço total do Bioma Amazônico em terras maranhenses, faz-se necessário partir dos seguintes pressupostos de planejamento, adotados pela Coordenação Executiva do ZEE-MA, conforme indicado na Figura 1.

Figura 1 - Pressupostos de planejamento do ZEE-MA para o Bioma Amazônico



Fonte: Dias (2017)

Após a definição de que, para a promoção do desenvolvimento durável do Bioma Amazônico em território Estadual, considerou-se tecnicamente que:

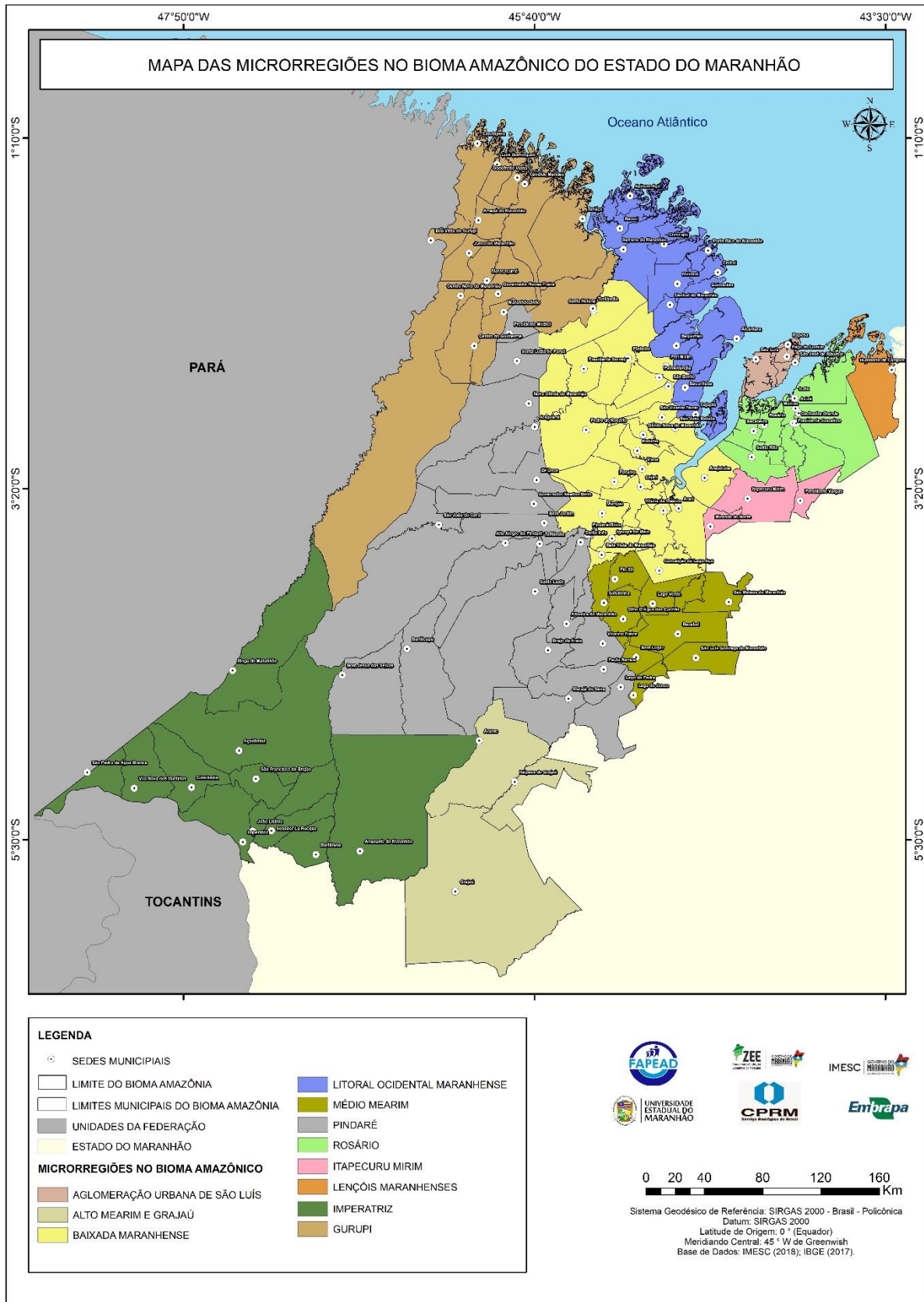
- a) o Zoneamento Ecológico-Econômico é um importante conjunto de instrumentos para o reconhecimento dos principais tipos de dinâmicas territoriais naturais, bióticas e socioeconômicas, jurídico-institucionais e de uso e cobertura materializadas no contexto geográfico analisado, com as suas devidas nuances regionais;

- b) a escala de trabalho, definida em 1:250.000, apontando para a necessidade de reconhecimento e definição de diagnósticos temáticos regionais para a formatação de políticas públicas. Os elementos e processos não observados nessa escala deverão ser alvo de ZEEs posteriores, com resolução espacial maior;
- c) o território amazônico no Estado do Maranhão está ambientalmente fragmentado, ecologicamente reduzido e socioeconomicamente repleto de conflitos. Por conseguinte, a compreensão das dinâmicas integradas natureza – sociedade do Bioma Amazônico maranhense é o ponto de partida lógico para todas as possíveis compreensões dos cenários prospectivos e tendenciais de uso e cobertura, bem como de proteção dos recursos remanescentes;
- d) os atores que desenvolvem suas atividades no recorte geográfico analisado são os principais indutores de alterações negativas e positivas das células espaciais, as quais devem ser definidas obrigatoriamente pela fusão analítica dos geossistemas (MARQUES, 2016) e áreas protegidas, com os territórios produtivos;
- e) o ZEE ora apresentado está relacionado ao Bioma Amazônico, não à Amazônia Legal Maranhense. Enquanto o primeiro está associado à Área (ou Centro) de Endemismo Belém (SILVA et. al., 2005), definido pela cartografia oficial do IBGE, que aponta para áreas de presença de biodiversidade e fitofisionomias associadas a ambientes de Florestas Amazônicas (ou nativas, ou alteradas pelas ações humanas), o segundo é estabelecido por legislação específica, e indica que todas as terras a Oeste do meridiano de 44°W são definidas como pertencentes à Amazônica;
- f) por outro lado, *bioma*, em sentido *lato*, é uma categoria biológica e ecológica, mas não geográfica. Por consequência, não pode por si só configurar uma abordagem de ZEE circunscrevendo qualquer unidade dessa natureza como área principal de análises. Dessa maneira, como o ZEE é um instrumental geográfico, optou-se por permitir uma integração lógica entre a abordagem ecológica e a abordagem geográfica. Surgiu, assim, um recorte territorial que envolve todo o Bioma Amazônico no Maranhão, mas obedecendo os limites

municipais como menor unidade constitucional de planejamento territorial, mesmo que alguns municípios não tenham a totalidade dos seus limites em intersecção com os limites da Amazônia Maranhense.

A Figura 2 destaca, por microrregião homogênea do IBGE, os limites da área de trabalho. Em face da complexidade e do grande desafio de relacionar os diversos elementos naturais e ecológicos aos aspectos humanos, levando em consideração as perspectivas sociais, econômicas e culturais, passíveis de encaminhar as discussões e análises para o planejamento e organização territorial, a abordagem geossistêmica tornou-se um viés de tamanha importância, sob o ponto de vista teórico-metodológico, para o direcionamento da transversalização desses componentes, contribuindo para a compreensão dos processos dinâmicos, seu potencial de exploração biológica, objetivando sua conservação e seu uso racional.

Figura 2 - Limites dos municípios que compõem o Bioma Amazônico no Maranhão, adotados para fins de execução do Diagnóstico do ZEE-MA e fases posteriores



Fonte: Costa e Portela (2019)

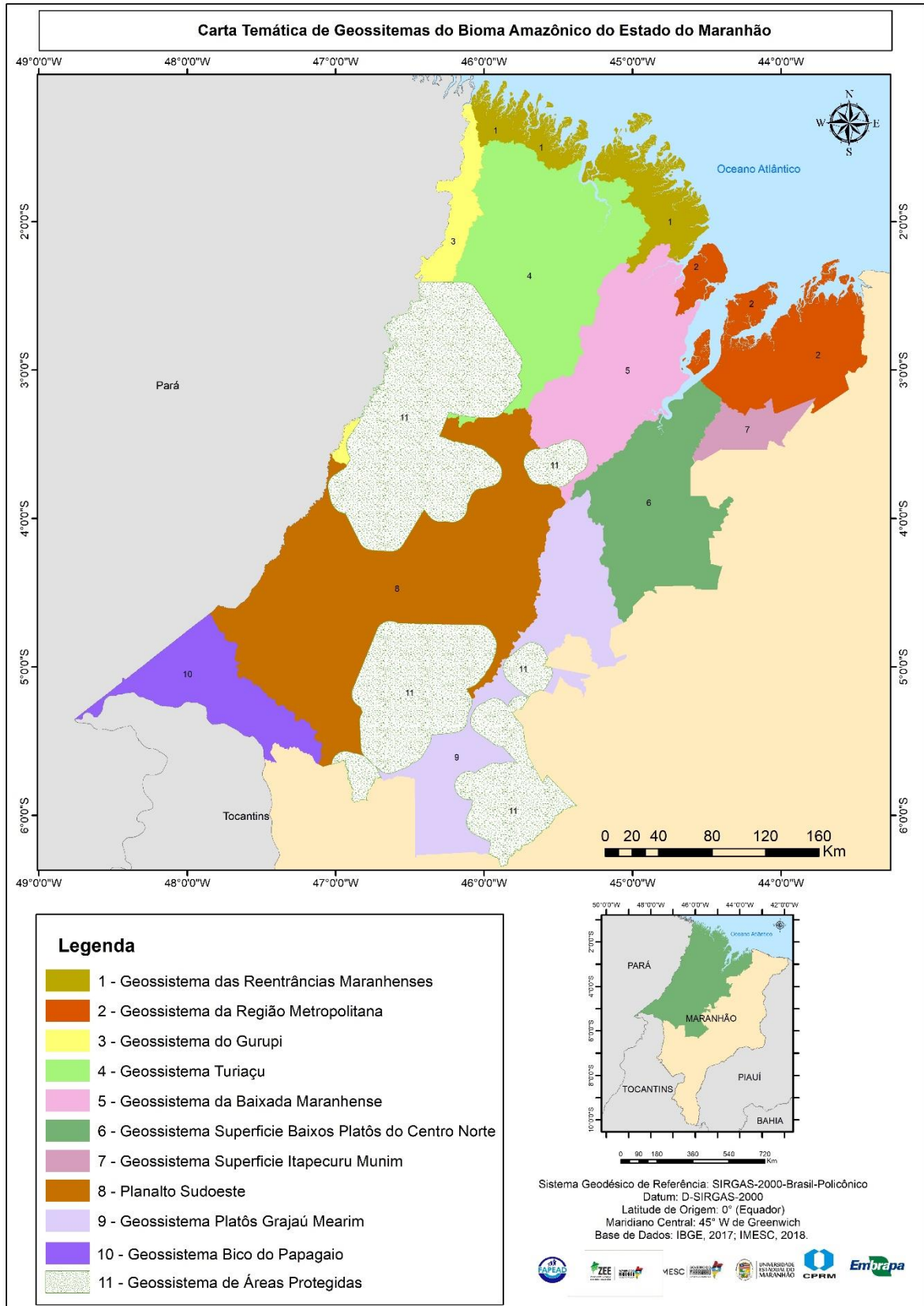
A análise espacial está em consonância com a Teoria dos Geossistemas, que conforme Vicente e Perez (2003, p. 342), “constitui um método unificador para a Geografia [e para os diagnósticos em zoneamentos] uma vez que este permite considerar em uma análise as conexões, interdependências e inter-relações das estruturas organizacionais dos sistemas a serem estudados”. Outrossim, oriunda da complexidade e diversidade das paisagens que compreende o Bioma Amazônico foram definidos 11 (onze) geossistemas (Figura 3), os quais traduzem a diversidade dos processos naturais manifestados e característicos de cada espaço total regional, bem como as atividades humanas presentes no arranjo territorial apresentado.

A presente concepção leva em consideração o território que está nitidamente relacionado às mudanças organizacionais dos sistemas, existindo, a partir disso, uma relação de interdependência entre os diversos fatores: abióticos, bióticos, ambiente físico, relações e intervenções humanas. Considerando, ainda, como apontam Rodriguez et al. (2004) para a análise da paisagem, mais três subconjuntos: o potencial ecológico referindo ao domínio biótico, à exploração biológica que diz respeito às comunidades vivas e a utilização humana relacionada à estrutura socioeconômica na organização territorial. Isso reflete significativamente no Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) do Bioma Amazônico do Estado do Maranhão e suas diversas categorias de análises.

Assim, para efeitos de base de pesquisa para a definição das células espaciais para análise, com vistas à cenarização, foi procedida a reconstrução do processo de ocupação e uso do território no Bioma Amazônico no Estado do Maranhão, complementado pela indicação dos processos sociais, econômicos e políticos estaduais que, de maneira direta ou indireta, acabaram por integrar e/ou afetar a totalidade do espaço maranhense. Daí se configuraram o entendimento dos conflitos e das fronteiras socioeconômicas manifestadas na área de pesquisa.

A abordagem geossistêmica será essencial na etapa seguinte do ZEE-MA do Bioma Amazônico no Estado do Maranhão, pois apresentará as principais fragilidades e potencialidades territoriais manifestadas no recorte geográfico adotado, bem como servirá na indicação de prognósticos cenarizados para o correto e adequado uso dos recursos naturais e das parcelas espaciais segundo suas vulnerabilidades reais.

Figura 3 - Geossistemas do Bioma Amazônico no contexto territorial maranhense adotados como peça de planejamento das atividades do ZEE-MA



Fonte: Costa e Portela (2019)

3 A QUESTÃO DA ESCALA

A análise geográfica em Zoneamentos Ecológico-Econômicos deve estar em consonância com dois pressupostos: o primeiro é o que se deseja cartografar; o segundo, qual o grau de detalhamento daquilo que se necessita mapear. Dessa maneira, Monteiro (2001), acompanhando a tendência de estabelecimento de recortes territoriais cartografáveis para a orientação de pesquisas em Geociências da década de 1970 advindas da Teoria dos Geossistemas (SOTCHAVA, 1977; BERTRAND, 2004), elabora uma proposta de definição das escalas para o mapeamento climático segundo a dimensão e a distribuição dos fenômenos atmosféricos relacionados. Ribeiro (1993) aponta para uma descrição mais objetiva dos fenômenos climatológicos, a qual é baseada no primeiro autor citado (Tabela 01).

Tabela 1 - Unidades de planejamento territorial com base nas categorias da Escala Climatológica e suas possibilidades de interpretação geográfica.

TIPO DE UNIDADE	ESCALA CLIMATOLÓGICA	ÁREA TOTAL	ESCALA CARTOGRÁFICA
Macroclima	Clima Zonal	Superiores a 5.000.000 km ²	Inferiores a 1:5.000.000
	Clima Regional	Entre 100.000 km ² e 5.000.000 km ²	1:500.000 – 1:5.000.000
Mesoclima	Clima Regional	Entre 1.000 km ² e 100.000 km ²	1:100.000 – 1:500.000
	Clima Local (Mesoclima)	Entre 10 km ² e 1.000 km ²	1:15.000 – 1:100.000
	Topoclima	Entre 1 km ² e 10 km ²	1:5.000 – 1:15.000
Microclima	Microclima	Inferiores a 1 km ²	Superiores a 1:5.000

Fonte: Dias et al. (2017)

Nesse contexto, como a necessidade do recorte analítico da presente Pesquisa é centrada em um território de dimensões aproximadas de 138.551,765 km² (área dos 108 municípios que compõem o Bioma Amazônico no Estado do Maranhão), as discussões e cartografia temática, quando da sua elaboração, devem estar cingidas à ordem de Clima Regional (Mesoclima), com abrangência cartográfica na escala de trabalho 1:250.000. Esta, por seu turno, é adequada para o planejamento territorial regional, considerando as particularidades que conseguir alcançar.

Por conseguinte, como a Pesquisa é baseada no método geossistêmico (SOTCHAVA, 1977; BERTRAND, 2004), que consiste em analisar as paisagens espaços segundo um enquadramento escalar, que possibilita o entendimento sistemático e hierárquico dos fatos e processos geográficos associados à Geografia da Natureza, em consonância com os aspectos sociais e ecológicos do espaço total, local e regional (AB'SÁBER, 2006). Sua corrente epistêmica é, pois, fundamentada

na Teoria Geral dos Sistemas – TGS (BERTALANFY, 1973), efetivamente seguida ao longo desta fase do ZEE-MA.

Assim, ao aplicar os princípios da teoria da representatividade sistêmica, alicerçada na análise dos elementos e dinâmicas geoambientais, ecológicos, socioeconômicos e socioculturais, além de jurídico-institucionais, tem-se uma metodologia específica para a definição da escala cartográfica de análise do Bioma Amazônico Maranhense.

Percebe-se, pois, que há uma correlação possível entre as escalas geossistêmica, a ecológica e a da Climatologia Geográfica, consoante indicado na Tabela 02, o que possibilita cientificamente a configuração de uma base de dados em escala única a abarcar toda o território pretendido na presente pesquisa, isso por similaridade de áreas de ocorrência de fenômenos atmosféricos, ecológicos e geodiversos, bem como os de âmbitos socioeconômico e jurídico-institucionais. Dessa maneira, há uma indicação escalar para o trabalho cartográfico a ser realizado na escala de Região Natural/Ecorregião/Clima Regional, superior à concepção de mapeamentos de biomas. Assim, nesse âmbito, os aspectos socioeconômicos, jurídico-institucionais e

Tabela 2 - Correlação das escalas geossistêmica, ecológica e climatológica para o planejamento e ordenamento territorial com base no meio físico

TIPO DE UNIDADE GEOSSISTÊMICA	ESCALA GEOSSISTÊMICA	TIPO DE UNIDADE NA ESCALA ECOLÓGICA	TIPO DE UNIDADE NA ESCALA CLIMATOLÓGICA	ESCALA CLIMATOLÓGICA
Unidades Superiores	Zona	Zona Bioclimática	Macroclima	Clima Zonal
	Domínio	Bioma		Clima Regional
	Região Natural	Ecorregião	Clima Regional	
Unidades Inferiores	Geossistema	Ecossistema	Mesoclima	Clima Local (Mesoclima)
	Geofácia	Ecótopo		Topoclima
	Geótopo	Ecótopo	Microclima	Microclima

Fonte: Dias et. al. (2017)

Nessa perspectiva, o potencial integrador expresso pela cartografia temática consegue transmitir com maior clareza as particularidades de cada articulação geográfica com base em uma escala que imprima a compilação de dados e informações acerca de uma área, embora sua maior precisão dependa das dimensões mapeadas, conforme indicado anteriormente. Marques (2016) ratifica essa orientação metodológica ao apontar que sem essa *interface* é impossível trabalhar com cenários prospectivos em uma base territorial, o que, em síntese, configura-se

uma dificuldade crônica para a formação de políticas públicas transversais e suas consequentes aplicações caso não haja integração e homogeneização escalar.

4 A AMAZÔNIA MARANHENSE COMO FRONTEIRA E AS DEMAIS REALIDADES ASSOCIADAS

A Amazônia Maranhense está sendo, desde a década de 1950, “domada” pelas ações humanas e o subdesenvolvimento crônico dos povos e lugares do Bioma Amazônico são fases ainda não ultrapassadas relacionadas ao uso inadequado dos recursos naturais remanescentes. Esse ponto de vista, que já foi exposto parcialmente por Becker (2007) e por Ab’Sáber (2012), por exemplo, aponta para cenários conflituosos de médio e longo prazos, o que pode confluir para processos danosos ao próprio maciço territorial em questão.

Clement (2018) sustenta um tripé argumentativo para entender o Bioma Amazônico: ocupações pré-históricas da América do Sul; domesticação da Amazônia; processos ocupacionais amazônicos, do período colonial à fase atual. Todos são argumentos fortes que elencam atores heterogêneos em processos por vezes intercomplementares, outras vezes conflitantes, que apontam para um domínio cada vez mais abrangente da Floresta e de seus recursos, permitindo com que a presença humana direta ou indireta seja presente nesse macrodomínio territorial. Ademais, todos eles são aplicados ao conhecimento do Bioma Amazônico no Estado do Maranhão.

Os processos ocupacionais amazônicos, geralmente analisados como os fluxos demográficos e culturais presentes na Amazônia Maranhense desde o final do Pleistoceno e início do Holoceno, foram grifados em diversos achamentos arqueológicos distribuídos de Penalva a Grajaú e de Imperatriz a Humberto de Campos, por exemplo. Apontam, assim, para culturas diferenciadas, mas com alto poder de manejo do território, seja por uso dos recursos (manejo das sementes caboclas e do fogo, por exemplo), seja pelos resíduos dos usos dos recursos (como as terras pretas de índio).

A domesticação da Amazônica, por sua vez, está intimamente relacionada com a produção de alimentos (agricultura) e o manejo e melhoramento genético de plantas nativas, isso por empiria (tentativas de acerto e erro), sobretudo em processo de horticultura ou cultivos pequenos e controlados. Somou-se a isso a arboricultura,

processo em que há cultivo de árvores, em que pesem as frutíferas. E essa combinação rica e rotativa é a base de um sistema agroflorestal local (e original), que permitiu a manutenção das culturas indígenas.

Já no contexto histórico, da colonização à atualidade, o manejo da floresta foi pautado por ciclos de exploração visando os ditames econômicos de cada época. Assim como o século XIX representou o Ciclo da Borracha, o seguinte representou o Ciclo da Madeira e da Castanha. Atualmente, pauta-se um Ciclo da Biodiversidade (CLEMENT, 2018), onde todos os contextos espaciais dos ecossistemas da Amazônia Maranhense, por exemplo, pode ser ambiente para a “descoberta” de produtos para atender a preferências ou necessidades do mercado.

As perspectivas de múltiplos usos da Amazônia levantam vários cenários de conflitos. O próprio Plano de Valorização Econômica da Amazônia, datado de 1953, orienta para uma perspectiva de “desenvolvimento econômico endógeno”, mas sem necessariamente a previsão de ocorrência de conflitos sociais e ambientais, o que é pauta de permanência para práticas que levam ao subdesenvolvimento. Embora desde a década de 1990 haja estratégias e políticas públicas que visam à diminuição dessas perspectivas ruins atreladas à baixa sustentabilidade ambiental das práticas econômicas amazônicas. Algo que o Governo Federal e os Governos Estaduais da Amazônia Legal tentam articular nas formas de Zoneamentos Ecológicos-Econômicos (ZEEs), mas que não se concretizam em função das múltiplas pressões e externalidades.

Por conseguinte, classicamente, em Geografia e em Geopolítica, fronteira é todo e qualquer limite entre duas ou mais nações. Em outros termos, sua essência analítica está voltada para a compreensão geopolítica de zonas de possíveis conflitos de poder, que podem se materializarem em estratégias de ocupação, investigação, monitoramento e controle de atividades, numa espécie de processo de imposição de “respeito” aos países vizinhos, conhecido como *soberania nacional*. Quando se trabalha conceitualmente com o termo *limites*, quer-se fazer menção a todos e quaisquer traços físicos e/ou imaginários que dividem duas ou mais áreas e que é mais usual quando se refere a espaços e suas divisas dentro de um mesmo país, de uma mesma nação. Em um ZEE, esse contexto analítico é bastante relevante.

Entretanto, essas concepções clássicas têm apresentado novas caracterizações, em função dos avanços conceito-pragmáticos alcançados na segunda metade do século XX. O conceito econômico de *fronteira* passou a ser mais

bem discutido e empregado na Geografia a partir da indicação do termo *Zona Pioneira*. Foi Waibel (1979) o responsável pela concepção dessa terminologia bastante prática. O mencionado autor afirma que os europeus concebiam o termo *fronteira* como um puro limite entre nações, como foi mencionado anteriormente neste trabalho.

Entretanto, em outros países, como nos Estados Unidos, tal denominação passou a ter uma conotação econômica, configurando os limites das áreas de povoamento. Assim, “enquanto a fronteira como limite político representa uma linha nitidamente demarcada, a fronteira no sentido econômico é uma zona, mais ou menos larga, que se intercala entre a mata virgem e a região *civilizada*. A esta zona damos o nome de zona pioneira” (WAIBEL, 1979, p. 281 – grifo nosso).

Nessa citação, a palavra *civilizada* foi assinalada, tendo em vista a explícita necessidade de reorganização conceitual. Ao mencionar *civilização* o autor indicava *área povoada*. Assim sendo, o conceito de *frente pioneira* apresenta um território passível de ocupação, cuja configuração espacial está em função de suas características físicas e ecológicas, de um lado, e das formas de usos, mais ou menos homogêneas, materializadas pelas questões histórico-sociais e as atividades econômicas (atuais e pretéritas).

As questões econômicas são tão marcantes nesse tipo de análise espacial que Trovão (1989) destaca, no contexto da Amazônia Maranhense, que as fronteiras (ou zonas pioneiras) são uma clara formatação dos sucessivos avanços sociais por áreas ainda não habitadas suficientemente e que, por isso, podem ajudar a dar vazão às ideias de desenvolvimento de “válvulas de escape” sociais, a partir de zonas de conflitos. Assim, as fronteiras econômicas tendem a se deslocar para

[...] qualquer lugar onde existam, existiam ou se presume existir terras disponíveis ou devolutas que possam ser utilizadas como reserva de capital. Portanto, fronteira [...] e capital são dois fatores que estão interligados, uma vez que tanto um quanto o outro visam à ocupação e a posse da terra. Em virtude disso, os destinos de uma fronteira estão relacionados diretamente com o processo de ocupação da terra (TROVÃO, 1989, p. 80).

Becker (2007, p. 20) afirma que *fronteira* deve ser compreendida como “[...] um espaço não plenamente estruturado e, por isso mesmo, potencialmente gerador de realidades novas [...]”. Por isso mesmo, elas podem coexistir, dependendo das suas atividades econômicas contextualizadas num mesmo

território. Por exemplo, há na Amazônia Maranhense, devido às dinâmicas socioeconômicas dos últimos 60 anos, coexistência de atividades superpostas, passíveis de múltiplas transformações, dada à intensa dinâmica econômica e suas implicações sociais e culturais, considerando, na atualidade, os problemas ambientais decorrentes de processos históricos de usos, de ocupação espacial e de utilização dos recursos naturais remanescentes.

Pode-se enquadrar como fatores de consolidação de fronteiras econômicas ou zonas pioneiras os seguintes processos/fatores que levaram às alterações nas últimas seis décadas no Bioma Amazônico no Maranhão:

- a) presença de áreas passíveis de ocupação, dotadas de recursos naturais ou humanos indispensáveis à sustentação de atividades econômicas a médio e longo prazos;
- b) conectividade territorial, que representa a possibilidade de ocupação espacial e uso dos recursos, tendo em vista as necessidades de insumos para a produção ou captação de matérias-primas e a sua consequente comercialização, como também a de seus produtos derivados. Em outros termos, o não isolamento é um pré-requisito para que as fronteiras econômicas sejam materializadas;
- c) grupos populacionais humanos sujeitos a viverem, por determinado tempo, em condições insalubres, tendo em vista a falta de estruturas e serviços básicos de primeira necessidade por um lado (como escolas, hospitais, centros comerciais, bancos, estradas de ferro ou de rodagem, dentre outros) e de outro a realização da necessidade de ocupação de espaços onde eles possam desenvolver suas atividades econômicas de subsistência e/ou de mercado;
- d) incentivos políticos para a ocupação “pioneira”, que pode ser demonstrada tanto por indicações legais, como em políticas públicas de ocupação de áreas despovoadas, como nos casos históricos de desatenção que o Estado manifesta para certas áreas, criando “vazios” de ações governamentais, o que concorre para o acirramento de conflitos de uso e ocupação, bem como para a instauração de “poderes paralelos” que dificultam a instalação posterior de estratégias de planejamento para correção ou mitigação de processos históricos adversos;

e) momento histórico, que orienta quais são as demandas de matérias-primas e produtos, tanto a nível regional, quanto nacional e internacional, o que concorre para formatação de uma zona de produção em função de um mercado consumidor.

A soma desses fatores origina, *di per si*, não apenas as zonas pioneiras, mas um conjunto de processos sociais que, não foram acompanhados pelos entes governamentais (municípios, estados e União), em suas três esferas de Poder (Executivo, Legislativo e Judiciário). Isso construiu e constituiu territorialidades diferentes das originais. Para Silva (2007), o processo para articulação integrada de uma fronteira econômica e política no território são materializadas a partir do seguinte processo:

- a) **fronteira da exploração de caça e insumos madeireiros**, ou seja, aquela que obedece aos fluxos de reconhecimento do território, com suas potencialidades e, sobretudo, restrições ambientais. Era o tipo relacionado aos processos históricos de configurações das “entradas e bandeiras” (FURTADO, 2007; PRADO JÚNIOR, 2008), no intuito de interiorizar as ocupações do território brasileiro, para a sua consequente dominação. Bastante presente no território amazônico maranhense entre o final dos anos 1950 e final da década de 1980;
- b) **fronteira do minerador**, desenvolvida sobretudo no Norte (Bacabeira e Rosário) e Noroeste (Reentrâncias e Médio-Baixos Gurupi, Maracaçumé e Turiaçu) do Bioma Amazônico no Maranhão, mas com leves desdobramentos para o Sul (Grajaú), configurando uma faixa pioneira dantes denominada “Guiana Maranhense” (ABREU, 1939), formada por veios auríferos, com presença de pedras semipreciosas e áreas de exploração de rochas pré-cambrianas para a construção civil;
- c) **fronteira de desmatamento**, resultado dos esforços de ocupação humanas em áreas com algum tipo de cobertura vegetal dominante, que especificamente no Maranhão eram as Florestas Amazônicas, os Cerrados e as Matas de Cocais (DIAS et. al., 2017). As demandas por áreas para produções agrícolas e pecuaristas de subsistência e de mercado induziram, nas décadas precedentes, à supressão florestal, cuja madeira era vendida como recurso para madeireiras, serrarias ou mesmo como lenha ou carvão. Os espaços desmatados configuram-se

como palco território básico para atividades econômicas de subsistência e de mercado, segundo suas potencialidades relacionadas ao relevo e aos insumos disponíveis;

- d) **fronteiras agrícola e pecuarista**, que, após a denudação do solo praticada pelas atividades de desmatamento, configura espaços “aptos” à implementação de atividades que requeiram modalidades diferenciadas de uso e ocupação das terras, revertendo, de forma humanamente induzida, a potencialidade do espaço de se recuperar. Práticas inadequadas de manejo do solo, principalmente através do uso do fogo como agente de controle da vegetação e o pisoteamento dos solos pelo gado bovino, acabam por tornar inviável as produções no longo prazo, o que induz ao avanço a cada duas ou três décadas para novos espaços, reiniciando um processo de configuração de fronteiras de desmatamento para a formatação de fronteiras agrícolas e pecuaristas;
- e) **fronteira urbano-industrial**, configurada a partir dos incrementos econômico e político estruturados e materializados na forma de poder de capital em um determinado território. Os aglomerados urbanos apresentam, em tese, serviços e equipamentos diversos (de saúde, educação, de assistências técnicas e sociais, de atividades comerciais e industriais) que as áreas rurais não possuem. Assim, estabelecem-se as fronteiras urbanas como centros de atração populacional, sendo que a grande parcela de suas populações formadoras é excluída de políticas públicas, bem como das decisões políticas. É nos espaços urbano-industriais que se configuram os ambientes mais suscetíveis à criticidade social e econômica, implicando em formatação de bolsões urbanos de pobreza, como o verificado nos entornos de distritos industriais, tais quais o “Distrito Industrial de São Luís” (na Capital do Estado) e o “Distrito Industrial de Pequiá – Açailândia”, ambos situados no Bioma Amazônico no Maranhão.

Segundo Celentano et al. (2018), os maiores (e mais íntegros) conjuntos de remanescentes de ecossistemas amazônicos na Área de Endemismo Belém estão inseridos na Reserva Biológica do Gurupi (no Oeste Maranhense) e em Terras Indígenas. E esses conjuntos territoriais protegidos passam por sensíveis conflitos,

destacados os relacionados a usos inadequados da terra, bem como ao desmatamento e à exploração madeireira, o avanço das fronteiras produtivas, ao assentamento irregular de comunidades humanas e, por fim, à falta da presença de ações efetivas de Governos no entorno (zonas de amortecimento) e no conjunto espacial interno de cada uma dessas células espaciais.

Por consequência, os retromencionados autores apresentam a definição do denominado “Mosaico Gurupi”, que “é constituído por seis Terras Indígenas (Alto Turiaçu, Awá, Caru, Arariboia, Rio Pindaré, Alto Rio Guamá) e uma Unidade Conservação (Reserva Biológica do Gurupi)” (CELENTANO et. al., 2018, p. 316), área de grande valor no que tange à possibilidade de salvaguarda de recursos ambientais (geodiversidade e biodiversidade) e culturais (sociodiversidade).

Aliás, tal estratégia de configuração de um macroterritório protegido, com corredores ecológicos para a conexão de fragmentos, na Área de Endemismo Belém é validada por dispositivos presentes na própria Lei Federal nº 9.985/2000, que estabeleceu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. *Di per si*, o espaço total protegido é de 17,9 mil km², mas com uma área de influência na ordem de 46,4 mil km², o suficiente para abranger um pouco mais de 30% de todo o Bioma Amazônico em terras maranhenses, por exemplo.

A presença humana, porém, tem-se mostrado bastante perturbatória quanto ao contexto ambiental regional, sobretudo pelos conflitos produtivos e fundiários, que geram desmatamentos e queimadas, por exemplo, no proposto Mosaico Gurupi. Há, pois, que se buscar o equilíbrio entre esse tipo de proteção, bastante necessário e relevante nos dias atuais, com as atividades econômicas, também consideradas estratégicas e indispensáveis.

A premissa da configuração de um mosaico para conectividade das paisagens apresenta-se, pois, como uma estratégia sólida para a manutenção do território ora discutido. Inclusive é uma das pautas analisadas e discutidas na atual fase de elaboração dos Prognósticos Cenarizados para o Bioma Amazônico Maranhense no contexto do Programa Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Maranhão. E o acervo de informações por ele produzido deverá ser capaz de nortear decisões políticas quanto a ações para assegurar a manutenção da biodiversidade regional, ao menos no contexto do Oeste Maranhense.

Tal ferramenta e instrumento da Política Nacional de Meio Ambiente carece de interlocução com o Sistema Interativo de Análise Geoespacial da Amazônia Legal

(SIAGEO Amazônia), tanto no que diz à complementação de dados e informações sobre todos os Estados da Amazônia Legal, quanto sobre a imposição da questão escalar, haja vista ser tal base de dados associada a diagnósticos ao milionésimo, ou seja, na escala 1:1.000.000, o que dificulta a precisão quanto à tomada de decisões gerenciais e estratégicas para territórios de porte regional ou sub-regionais, pois estes últimos carecem de uma compreensão escalar regional (representações gráficas superiores a 1:250.000).

Assim, faz-se mister que se haja a convergência de olhares para a garantia de manutenção da integridade das florestas nativas presentes no contexto territorial do Mosaico Gurupi, bem como para a recuperação de áreas associadas, condição factual para a sustentabilidade real das comunidades humanas tradicionais e manutenção da geobiodiversidade. E não se pode esquecer das atividades produtivas e das pessoas residentes no Bioma Amazônico Maranhense, *lato sensu*, pois são elas que garantirão a recomposição e os usos adequados dos territórios e espaços disponíveis no contexto analisado neste Sumário Executivo. E, mais uma vez, o binômico Ecológico-Econômico deverá ser indicativo de *equilíbrio*.

5 PRÓXIMOS PASSOS

Evidentemente, os trabalhos associados ao ZEE-MA para o Bioma Amazônico não estão restritos apenas a este Sumário Executivo dos Diagnósticos Temáticos. A composição de um ZEE envolve:

- a) **Diagnósticos Temáticos**, que apresentam uma abordagem atual técnico-científica dos conhecimentos acumulados sobre temas heterogêneos que compõem as bases naturais, a biodiversidade e as bases ecológicas, as atividades humanas e institucionais que compõem e configuram o território analisado e apresentados neste volume, de maneira sumarizada;
- b) **Prognóstico e Cenarização**, onde será analisada a situação futura do território, delineando, para tanto, as expectativas para o desenvolvimento sustentável da área do Bioma Amazônico no Estado do Maranhão. Será usada uma metodologia que inclui a construção de uma matriz morfológica, tendo como eixo vertical as incertezas críticas com respeito ao futuro, e no eixo horizontal as hipóteses ou estados

alternativos com respeito às incertezas. Essa é a próxima etapa de entregas do ZEE em curso;

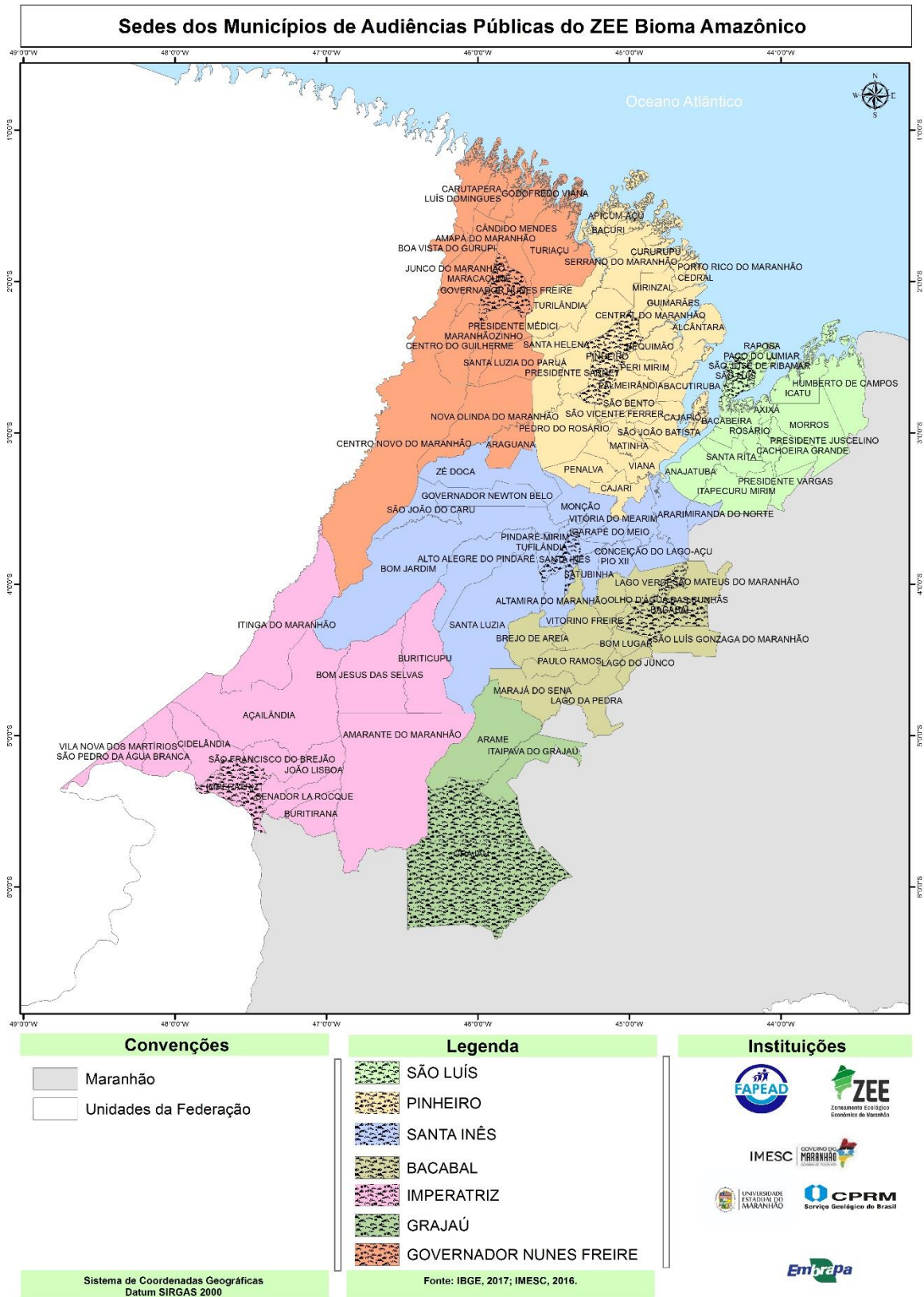
- c) **Base de Dados em ambiente digital**, que corresponde a todos os bancos de dados temáticos e integrados elaborados ou atualizados no âmbito do ZEE do Bioma Amazônico Maranhense. Será composto por ambiente de arquivos para downloads (e que sejam lidos em ambiente SIG – Sistema de Informações Geográficas) e também de aplicativo em ambiente *web* para geração de produtos cartográficos a partir de bases cadastradas em sistema. Esse produto será entregue junto com o *Prognóstico e Cenarização*;
- d) **Relatório de Zonificação do Território, com indicação das zonas territoriais e dos seus usos potenciais**. Produto síntese de Ecologia de Paisagens, integração das bases naturais, da biodiversidade e das bases ecológicas, das atividades humanas e institucionais, bem como de uso e cobertura, que implicará na zonificação do território por fragilidades e potencialidades, por geossistema. Este produto antecederá as audiências públicas;
- e) **Audiências Públicas, com respectivos relatórios**. Segundo a Lei do Processo Administrativo Federal (Lei nº 9.784/1999), a audiência pública propicia o debate público e pessoal por pessoas físicas ou representantes da sociedade civil, considerado *o interesse público de ver debatido tema cuja relevância ultrapassa as raias do processo administrativo e alcança a própria coletividade*. Cuida-se, no fundo, de modalidade de consulta pública, com a particularidade de se materializar através de debates orais em sessão previamente designada para esse fim. A oralidade, portanto, é seu traço marcante. Esse instrumento legal é considerado como um apoio à tomada de decisões por parte do Órgão Público que a convoca.

Em outros termos, pragmaticamente as audiências públicas (com livre participação cidadã e de entidades ou órgãos que atuem no território avaliado) devem ser o ápice do processo do Zoneamento Ecológico-Econômico do Bioma Amazônico no Estado do Maranhão, pois apresentará à população os resultados obtidos após as consultas públicas e demonstrará a todos os setores os reais cenários e prognósticos do espaço total analisado.

Esse instrumento é condição *sine qua non* para a validação do Zoneamento Ecológico-Econômico do Bioma Amazônico no Estado do Maranhão, devendo ser obrigatoriamente realizado nos mesmos municípios-sede apontados para a realização da Fase anterior, que envolveram as consultas públicas. Ademais, a participação popular precisa ser garantida e efetivada, devendo os órgãos e entidades mapeados durante a Fase de Diagnóstico ser obrigatoriamente convidados a participar da(s) audiência(s) pública(s) nos municípios-sede que diretamente estejam relacionados à(s) sua(s) região(ões) de atuação. As audiências ocorrerão em 07 (sede) municípios-sede: Imperatriz, Grajaú, Bacabal, Santa Inês, Governador Nunes Freire, Pinheiro e São Luís, envolvendo territórios de suas áreas de influência direta, conforme indicado pela Figura 4.

Após esse momento, haverá a configuração de revisões do ZEE-MA para o Bioma Amazônico, bem como a elaboração de minuta de lei, a ser entregue ao Governador do Estado, que encaminhará à Assembleia Legislativa do Estado do Maranhão (ALEMA) para que sigam os trâmites legais para a transformação dos produtos ora apresentados e discutidos em lei estadual.

Figura 4 - Municípios-sede das audiências públicas que serão desenvolvidas no âmbito do ZEE-MA para o Bioma Amazônico



Fonte: Costa e Portela (2019)

REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, Aziz Nacib. A organização natural das paisagens inter e subtropicais brasileiras. In: FERRI, Mário Guimarães (coord.). **III Simpósio sobre o Cerrado**. São Paulo: Edgard Blücher / EDUSP, 1971. p. 01-14.
- AB'SÁBER, Aziz Nacib. Amazônia: proteção ecológica e desenvolvimento. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 6, n. 1-2, p. 112-126, 1992.
- AB'SÁBER, Aziz Nacib. **Amazônia**: do discurso à práxis. 2.ed. São Paulo: EDUSP, 2004. 320 p.
- AB'SÁBER, Aziz Nacib. **Ecossistemas do Brasil** [com fotos de Luiz Cláudio Marigo]. São Paulo: Metalivros, 2006. 300 p.
- AB'SÁBER, Aziz Nacib. **Os domínios de natureza no Brasil**: potencialidades paisagísticas. 4. ed. São Paulo: Ateliê Editorial, 2012. 159 p.
- ABREU, Sílvio Fróes de. Observações sobre a Guiana Maranhense. **Revista Brasileira de Geografia**. Rio de Janeiro, ano I, vol. 4, out., 1939. p. 25 – 50.
- BERTALANFY, Ludwig von. **Teoria geral dos sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1973. 351 p.
- BERTRAND, Georges. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **Revista RA'E GA**. Curitiba: Editora da UFPR, n. 8, 2004. p. 141-152.
- BECKER, Bertha K. **Amazônia**: geopolítica na virada do III milênio. Rio de Janeiro: Garamond, 2007. 172 p.
- CAILLEUX, André; TRICART, Jean. Zonas fitogeográficas e morfoclimáticas do Quaternário, no Brasil. In: AB'SÁBER, Aziz Nacib (org.). **Leituras indispensáveis**. v. 2. São Paulo: Ateliê Editorial, 2010. p. 91-99.
- CELENTANO, D. et. al. Desmatamento, degradação e violência no “Mosaico Gurupi” – a região mais ameaçada da Amazônia. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 92, 2018, p. 315-339.
- CLEMENT, C. R. Da domesticação da floresta ao subdesenvolvimento da Amazônia. Grupo de Estudos Estratégicos Amazônicos, 29 março 2017. **Cadernos de Debate**, 2018.
- COSTA, Allana Pereira da; PORTELA, Anny Karolyny Oliveira. **Base cartográfica do Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Maranhão, escala 1:250.000 – Tema: Ecologia da Paisagem**. São Luís: IMESC, 2019 (inédito).
- DIAS, Luiz Jorge B.; TEIXEIRA, Wenderson; SILVA, Jessica Conceição; SOUSA, Jéssica Suyane. Vulnerabilidades morfoclimáticas no Bioma Amazônia no Estado do Maranhão: orientações ao Zoneamento Ecológico-Econômico regional. In: SEABRA, Giovanni (org.). **Educação Ambiental**: natureza, biodiversidade e sociedade. Ituiutaba: Barlavento, 2017. p. 461-472.

FURTADO, Celso. **Formação econômica do Brasil**. 34. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2007. 350 p.

MARQUES, Válter José. **Zonificação ambiental do Estado do Maranhão utilizando os geossistemas como categoria geográfica de análise**. 2016. 196 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Pará, Belém, 2016.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **Geossistemas: a história de uma procura**. 2. ed. São Paulo: Contexto, 2001. 127 p.

PRADO JÚNIOR, Caio. **Formação do Brasil contemporâneo**. 23. ed. São Paulo: Brasiliense, 2008. 390 p.

SOTCHAVA, Viktor B. O estudo dos geossistemas. **Métodos em Questão**, n. 16. São Paulo: IGEOG, 1977.

RODRIGUEZ, José Manuel Mateo; SILVA, Edson Vicente da; CAVALCANTI, Agostinho Paula Brito. **Geoecologia das paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Fortaleza: Editora UFC, 2004. 222 p.

SILVA, Carlos Alberto Franco da. Fronteira agrícola capitalista e ordenamento territorial. In: SANTOS, Milton; BECKER, Bertha K. (orgs.). **Território, territórios: ensaios sobre ordenamento territorial**. 3. ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2007. p. 282 – 312.

SILVA, José Maria C. da; RYLANDS, Anthony B.; FONSECA, Gustavo A. B. da. O destino das áreas de endemismo da Amazônia. **Megadiversidade**. v. 1, n. 1, jul. 2005, p. 124-131.

TRICART, Jean. **As zonas morfoclimáticas do Nordeste Brasileiro**. Salvador: Progresso Editora, 1959. 15 p.

TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977. 97 p.

TRICART, Jean; CAILLEUX, André. Mophogenic systems and morphoclimatic regions. In: DERBYSHIRE, Edward (ed.). **Climatic geomorphology**. London: MacMillan, 1973. p. 228-268.

VICENTE, Luiz Eduardo; PEREZ FILHO, Archimedes. Abordagem Sistêmica e Geografia. **Revista Geografia**, v.28, n.3, set-dez/2003. p. 323-344.

TROVÃO, José Ribamar. **Ilha latifundiária na Amazônia Maranhense: estudo da expansão da fronteira agrícola no Médio Vale do Pindaré – o caso de Santa Inês**. São Luís: UFMA\PPPG, 1989. 220 p.

WAIBEL, Leo. **Capítulos de Geografia Tropical e do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1979. 326 p.

ZACHARIAS, Andréa Aparecida. **A representação gráfica das unidades de paisagem no zoneamento ambiental**. São Paulo: Ed. UNESP, 2010. 211 p.

ZAVATTINI, João Afonso; BOIN, Marcos Norberto. **Climatologia geográfica: teoria e prática de pesquisa**. Campinas: Alínea, 2013. 151 p.

GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E HIDROGEOLOGIA

Equipe

Jorge Hamilton Souza dos Santos (Coordenador da Equipe); Ediléa Dutra Pereira; Leonardo Gonçalves de Lima; Mauricio Eduardo Salgado Rangel; Hélio Oliveira Costa; Gabriel Irvine Ferreira Alves dos Santos; Joelson Pereira da Graça; Matheus Gomes Moreno; Samuel Lopes Serra; Jorge Xavier da Silva.

1 INTRODUÇÃO

O Zoneamento Econômico e Ecológico do Estado do Maranhão (ZEE-MA) compreende o bioma Amazônico que ocupa, aproximadamente, 1/3 do seu território visando o levantamento das potencialidades e fragilidades do ambiente sendo um instrumento para subsidiar a formulação e espacialização das políticas públicas.

O mapeamento geológico, geomorfológico e hidrogeológico na escala 1:250.000 foi realizado na porção ocidental do Estado do Maranhão em uma área de, aproximadamente, 114.944,2km² para subsidiar o reconhecimento das formações geológicas, geomorfológicas e hidrogeológicas e suas susceptibilidades e potencialidades, associado à interpretação de imagens de satélites e trabalhos preexistentes do Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e trabalhos de campo.

A execução desse instrumento de planejamento foi realizada através do Convênio de Cooperação Técnica entre o Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos e a Universidade Estadual do Maranhão.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A realização desse mapeamento contou com a utilização de materiais cartográficos, imagens de satélites, técnicas de interpretação, trabalhos de campo, análise laboratorial, para elaborações de cartas temáticas utilizando o método do mapeamento geológico sistemático (CPRM, 2004), o detalhamento progressivo Cerri *et al.* (1996), a partir do Mapeamento Geológico do Programa Geologia do Brasil, na escala 1:750.000 conforme Klein e Sousa (2012), Mapeamento Geomorfológico do Estado do Maranhão na escala de 1:400.000 de 2011 do IBGE.

O mapeamento geológico e geomorfológico possibilitou uma melhor compreensão das causas e dos processos que promoveram a formação das rochas e a geração dos bens minerais, permitindo definir, com maior precisão, a sua

especialização e o seu potencial. O mapeamento geológico e geomorfológico sistemático na escala 1:250.000 se desenvolveu conforme os seguintes passos, conforme, CPRM (2004):

- **Principais fontes de pesquisa bibliográficas**

Realizou-se um levantamento, avaliação e integração de informações pretéritas disponíveis para melhor compreensão dos aspectos relevantes para o desenvolvimento do mapeamento geológico, geomorfológico e caracterização hidrogeológica dos aquíferos, em âmbito regional na escala 1:250.000. As publicações científicas e técnicas se referem às dissertações, teses, anais de eventos científicos, periódicos nacionais e internacionais, alicerçados nas proposições do Serviço Geológico do Brasil e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.

- **Materiais cartográficos elaborados**

Elaboração de uma base cartográfica digital georreferenciada e análise dos documentos cartográficos disponíveis como o Mapa Geológico, Hidrogeológico, Geomorfológico e de Recursos Minerais do Estado do Maranhão na escala 1:250.000 da Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais - CPRM, arquivos formato *shapefile* do Programa Geologia do Brasil, na escala 1:750.000 conforme Klein e Sousa, (2012), associada à interpretação de imagens de satélite (imagens *RapyEye*), fotografias aéreas, dados aerogeofísicos ou outros sensores remotos aerotransportados.

- **Trabalhos de campo**

O reconhecimento de campo, estratégico para coleta de informações básicas, buscou a caracterização das diferentes formações geológicas e recursos minerais envolvidos, conforme o método do mapeamento geológico sistemático (CPRM, 2004). As descrições litológicas e hidrogeológicas das unidades hidrogeológicas foram baseada nos trabalhos de diversos autores e nos relatórios das Folhas Açailândia (VILLAS BOAS; ARAÚJO, 1999), Bacabal (RODRIGUES *et al.*, 1994), Barra do Corda (LOVATO *et al.*, 1994), Caxias (RIBEIRO *et al.*, 1998), Imperatriz (SOUZA *et al.*, 1990), Itapecuru-Mirim (LOVATO *et al.*, 1995), Presidente Dutra (LEITES *et al.*, 1994), São Luís (RODRIGUES *et al.*, 1994) e Vitorino Freire (COLARES *et al.*, 1990), do Programa Levantamentos Geológicos Básicos (PLGB/CPRM) e no Projeto Mapa Hidrogeológico do Brasil ao Milionésimo, em

ambiente SIG (MONTEIRO, 2012a e b; KLEIN, SOUSA, 2012) associado aos trabalhos de campo.

O método utilizado na caracterização das formações geológicas foi a descrição tátil-visual, destacando-se os aspectos locacionais, geomorfológicos, litológicos, texturais, mineralógicos e estruturais, uso e ocupação atual, perfil de alteração, processos e problemas ambientais registrados na área, como erosão, assoreamento, deslizamentos e outros.

A caracterização geológica/geomorfológica foi realizada na escala 1:250.000, execução de perfil e coleta de amostras, onde a área mínima mapeável foi de 2,5 km, foram realizadas observações nos afloramentos existentes em cortes de vias, voçorocas, drenagens, escavações e outros para melhor definição de seus limites e contatos geológicos.

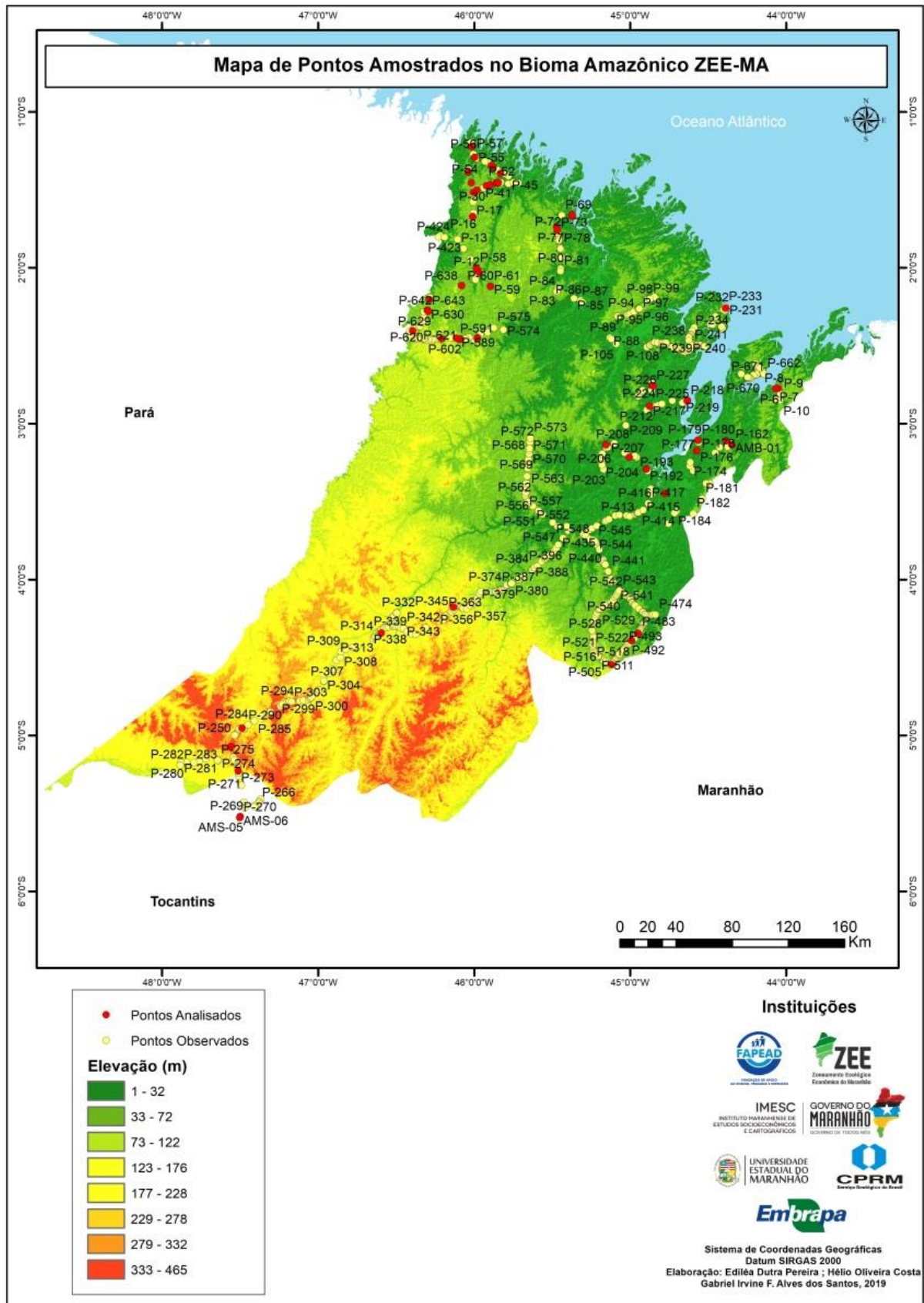
Foram levantados 643 pontos observados e 63 pontos amostrados e 37 analisados através de análise granulométrica pelo método da pipetagem e observações na lupa, associado aos testes da presença de carbonato nas amostras do Grupo Itapecuru. Os pontos observados e coletados permitirão uma melhor caracterização e representatividade da geologia do bioma amazônico do Estado do Maranhão.

3 CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA DA AMAZONIA LEGAL - MARANHÃO

As formações geológicas presentes na área do Bioma Amazônico Maranhense foram às rochas metavulcanossedimentares e metassedimentares do Cráton São Luís e Cinturão Gurupi do Paleo ao Neoproterozoico (2.300Ma a 542Ma).

No Mesozoico (145 a 65 Ma) ocorreu a deposição de uma sequência de arenitos, siltitos e argilas da Formação Codó, dos Grupos Itapecuru e Barreiras sendo recobertos por Depósitos Quaternários recentes. Essas sequências litológicas resguardam a história da deposição desses sedimentos e intrusão dos granitoides em diferentes períodos geológicos, em variadas condições ambientais e climáticas. Esses fatores criaram propriedades geológicas quanto à presença de minerais, minérios e hidrogeológicas diferenciadas a cada aquífero, que refletem em sua produtividade e, também, em sua vulnerabilidade e sustentabilidade hídrica na área do bioma maranhense (Figuras 1, 2 e 3).

Figura 1 – Mapa de amostragem do Bioma Amazônico Maranhense - MA



4 UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS CRATON SÃO LUÍS - PALEOPROTEROZOICO (2.300 - 1.800Ma)

O Cráton São Luís é constituído pela Suíte Intrusiva Tromai presente nos municípios de Carutapera, Luís Domingues, Godofredo Viana, Candido Mendes dentre outros, representa o fragmento da placa tectônica (orógeno) que permaneceu no continente sul-americano após a separação entre América do Sul e a África durante a abertura do oceano Atlântico no Mesozoico (KLEIN; MOURA, 2008). O Grupo Aurizona constitui um conjunto de rochas metavulcanossedimentares de idade 2.240 \pm 5Ma (KLEIN; MOURA, 2001), representando as rochas mais antigas da região, intrudidas pelos granitoides da Suíte Tromai (Fotos 1 e 2) e por vulcânicas, onde se encontram as mineralizações de ouro (KLEIN *et al.*, 2005; KLEIN *et al.*, 2008; KLEIN, SOUSA, 2012). Essas rochas são portadoras de mineralizações de ouro, principalmente ao longo dos veios quartzosos intensamente fraturados (Figura 2).

A Suíte Intrusiva Rosário aflora como plútons no município de Bacabeira e Rosário compreende um conjunto de granitoides representado por tonalitos, granodioritos intensamente cortados por veios e diques. Apresenta idade de 2139 \pm 22Ma (GORAYEB *et al.* 1999) correlacionáveis a Suíte Intrusiva Tromai. Essas rochas são utilizadas como britas com emprego direto na construção civil (Fotos 3 e 4).

CINTURÃO GURUPI – NEOPROTEROZOICO (1.000 a 542Ma)

O conjunto de rochas metassedimentares do Grupo Gurupi, metavulcanossedimentares da Formação Chega Tudo e Complexo metamórfico Itapeva, associadas a um magmatismo orogênico representada pelos granitos Maria Suprema e Moça (KLEIN, SOUSA, 2012). Representa as rochas crustais mais antigas da Terra, associadas as rochas do Cráton São Luís. Essas rochas também são portadoras de mineralizações de ouro (Figura 01). No garimpo Chega Tudo existem a presença das rochas xistosas cortada por veios quartzosos intensamente fraturados (milonitizados) e com direção preferencial NW/SE (Fotos 5 e 6).

As unidades pertencentes ao paleo e neoproterozoica (Cráton São Luís e Cinturão Gurupi) são, tipicamente, meios com porosidade de fissuras em rochas compactas. Seus produtos de intemperismo agem como camadas confinantes acima das rochas preservadas do embasamento, prevalecendo a natureza argilosa nesse meio confinante.

Figura 2 - Mapa geológico do Bioma Amazônia Maranhense – ZEE-MA

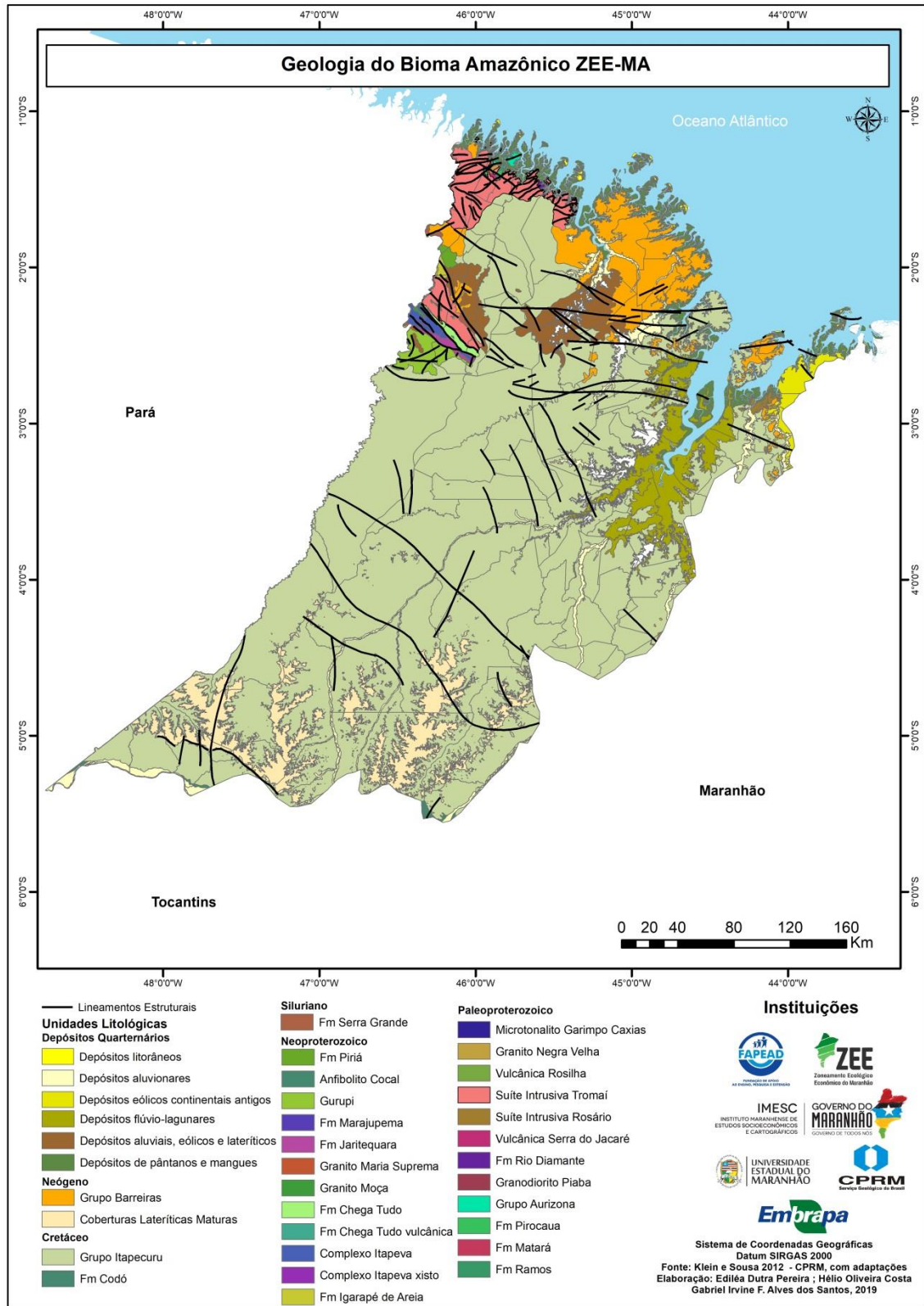


Figura 3 - Mapa de tendência das vazões dos poços tubulares do Bioma Amazônia Maranhense – ZEE-MA

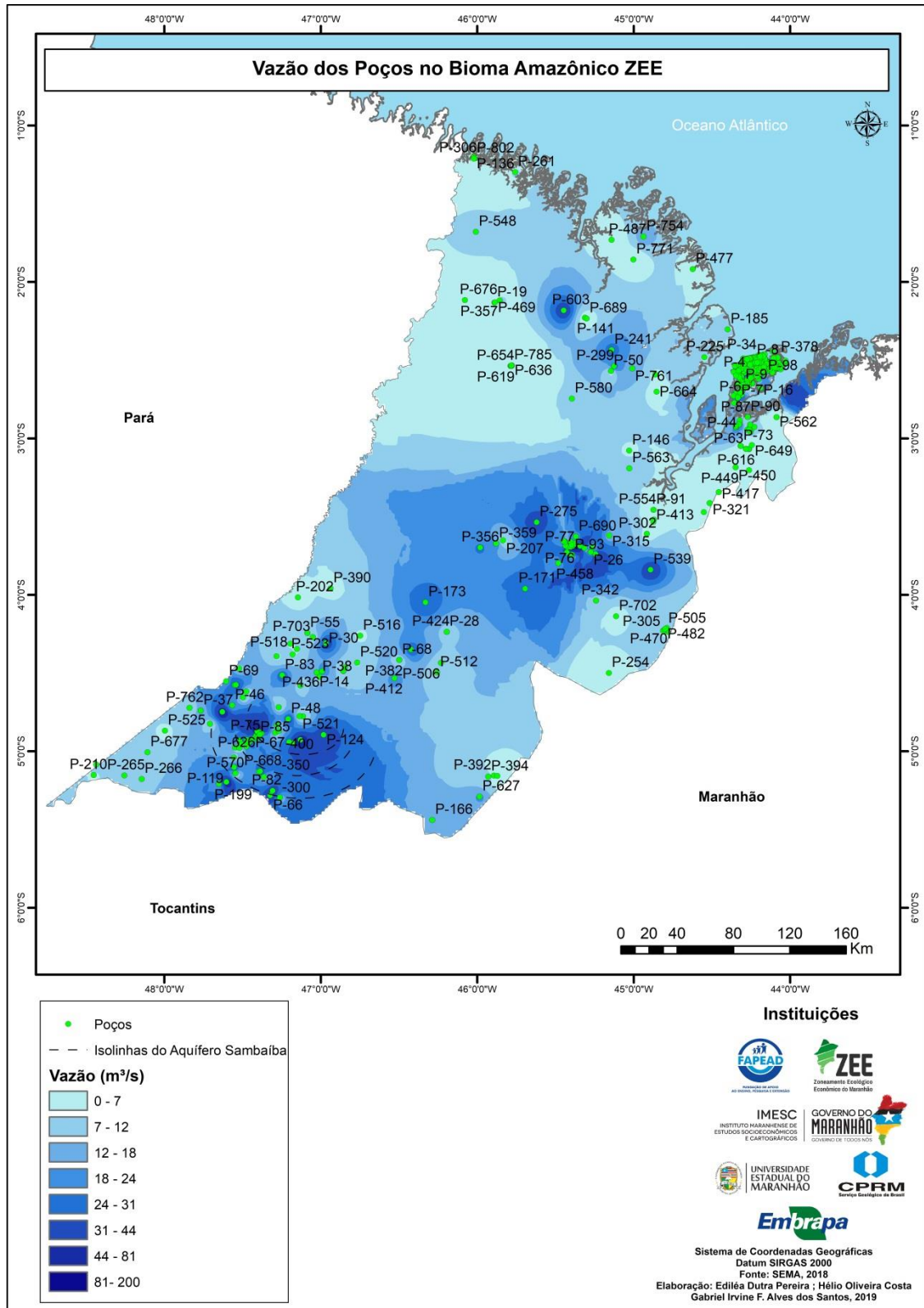


Foto 1 – Vista parcial das rochas intemperizadas da Suíte Intrusiva Tromai – Turiaçu-MA



Foto 2 – Vista parcial do granitoide intemperizado Suíte Intrusiva Tromai – MA



Foto 3 – Vista parcial do granitoide fraturado da Suíte Intrusiva Rosário – MA



Foto 4 – Vista de detalhe do granitoide da Suíte Intrusiva Rosário – MA



A estimativa da produtividade Q/s ($m^3/h/m$) de acordo com a classificação de Struckmeier e Margat (1995), modificada por Diniz (2012 *Apud* Monteiro *et al.* 2013) apresenta pouca produtividade aquífera ($Q/s < 0,04 m^3/h/m$), com a qualidade da água subterrânea geralmente salinizada na área do Cráton São Luís no domínio da Suíte Intrusiva Tromai (Figura 3).

Foto 5 – Vista frontal de veio quartzoso milonitizado cortando os xistos do Complexo Itapeva – Garimpo Chega-Tudo - Centro do Guilherme- MA



Foto 6 – Vista do veio quartzoso milonitizados e estirado cortando os xistos do Complexo Itapeva – Garimpo Chega-Tudo – Centro do Guilherme - MA



FORMAÇÃO CODÓ – MESOZOICO (CRETÁCEO – APTIANO)

Nessa época, cerca de 251Ma a 65Ma, a Terra era povoada pelos grandes reptéis, representados pelos dinossauros, crocodilos (existentes até hoje), pterossauros (voadores) e outros. O dinossauro do grupo saurópodes foi encontrado em Cajapió no norte do litoral Maranhense (Medeiros *et al.* 2015).

As rochas da formação Codó constituída por arenito fino e argila, amarelado a esbranquiçado, bem selecionado, com micas biotitas em lâminas pequeníssimas e inclusões escuras carbonosas. Aflora ao longo da margem direita do Rio Tocantins (Figura 2, Fotos 7 e 8). As rochas apresentam susceptibilidade a erosão e deslizamento, e potenciais para minerais minérios de emprego direto na construção civil como areia, argila e piçarra. Registra-se ocorrências e depósitos de calcário e gipsita nesta formação geológica.

A estimativa da produtividade Q/s ($m^3/h/m$) da água subterrânea de acordo com a classificação de Struckmeier e Margat (1995), modificada por Diniz (2012 *Apud* Monteiro *et al.* 2013) é muito baixa ($0,04 < Q/s < 0,4 m^3/h/m$), porém localmente baixa ($0,4 < Q/s < 1,0 m^3/h/m$) com espessura média de 70m (Figura 02).

Foto 7 – Vista parcial dos sedimentos argiloso-arenosos da Formação Codó – Margem do Rio Tocantins – Imperatriz-MA



Foto 8 – Sedimentos argiloso-arenosos com tons esbranquiçados da Formação Codó – Margem do Rio Tocantins – Imperatriz-MA



GRUPO ITAPECURU – MESOZOICO (CRETÁCEO – ALBIANO)

Os arenitos aflorantes entre os rios Itapecuru e Alpercatas foi descrito inicialmente por Lisboa (1914). O Grupo Itapecuru é uma das unidades com maior distribuição espacial no Estado do Maranhão e compreendem as Formações Cujupe, Alcântara e Unidade Indiferenciada, conforme (ROSSETTI; TRUCKENBRODT, 1997; ROSSETTI, 2001).

A Formação Cujupe compreende uma sequência de intercalação de arenitos, siltitos e argilitos avermelhado a amarelados, por vezes violáceos, maciços e às vezes mosqueados, com estratificações planas paralelas e cruzados (Fotos 09 e 10). Essas rochas foram depositadas discordantes sobre as rochas da Formação Codó. Na Ilha do Maranhão, essas rochas afloram na porção oeste na área Itaqui-Bacanga e outras (PEREIRA, 2006).

Nas proximidades de Buriticupu a Imperatriz, têm-se os planaltos dissecados de siltitos e arenitos finos avermelhados maciços com conglomerados bem arredondados em porções ora concentradas ora difusa e, às vezes, desenvolvendo lentes centimétricas a métricas, principalmente a sul do Maranhão. A laterização é um processo importante nessa formação e se apresenta entre os estratos em forma “linha de pedras” ou em forma difusa no topo e na porção média das colinas e tabuleiros dissecados (Figura 2).

Foto 9 – Sedimentos avermelhados maciços no topo e silto-argiloso mosqueados na base do afloramento – Governador Nunes Freire - MA



Foto 10 – Siltito-arenoso avermelhado, maciço da Formação Cujupe - Buriticupu-MA



A Formação Alcântara compreende uma sequênua menibocia de siltito, arenito e folhelho em acamamentos heterolíticos, centimétricas e sub-horizontais, aflorantes na Praia da Baronesa em Alcântara (Figura 2, Foto 11).

Foto 11 - Vista parcial dos acamamentos subhorizontal de siltitos, arenitos e folhelho intercalados – Falésia da Baronesa – Formação Alcântara – MA



O ambiente reinante na época de sua deposição está representado por canal de maré, preenchimento de baía estuarina, planície de areia e delta de maré. O sistema estuarino era dominado por ondas composto por barras de desembocaduras fluviais e prodelta, conforme (ROSSETTI, 2001).

As rochas dessas formações geológicas são susceptíveis a processos erosivos como voçorocas e deslizamentos e potencialidades para minerais minérios de emprego direto na construção civil como areia, argila, laterita e piçarra.

O aquífero Itapecuru ocorre como aquífero livre ou semi confinado, em decorrência da sua composição litológica formada por arenitos finos a muito finos, predominantemente argilosos, com intercalações de siltitos e argilitos, pode ser classificado como de potencial hidrogeológico de fraco a médio, com vazões variando entre 5,0 a 12,0 m³/h, podendo, em alguns casos, atingir mais de 20,0m³/h (RODRIGUES *et al.*,1994). Trata-se de um aquífero poroso, contínuo, livre a semiconfinado, de grande extensão regional, espessura média de 130m, sendo o aquífero mais explotado no estado do Maranhão, em decorrência de grande área de ocorrência, tipologia livre e espessura (Figura 03).

De acordo com a classificação de Struckmeier e Margat (1995), modificada por Diniz (2012 *Apud* Monteiro *et al.* 2013), apresenta produtividade *Moderada* ($1,0 < Q/s < 2,0 \text{ m}^3/\text{h/m}$), variando para *Baixa* ($0,4 < Q/s < 1,0 \text{ m}^3/\text{h/m}$),, *porém Localmente*

Moderada em decorrência de sua litologia areno-argilosa, principalmente na região central do estado.

Em geral, suas águas são boas para consumo humano e adequadas para agricultura, apresentando média de 230 μ S/cm para condutividade elétrica (CE) e de 147mg/L para sólidos totais dissolvidos (STD) conforme (COLARES; ARAÚJO, 1990). Os projetos construtivos de poços tubulares, notadamente para o abastecimento público, adotam profundidades superiores a 150 metros, como forma de compensar os grandes rebaixamentos ocorrentes, na busca de vazões cada vez mais elevadas.

As águas subterrâneas geralmente apresentam alto teor de ferro que representa uma contaminação natural em decorrência do Grupo Itapecuru aportar altos teores desse metal, o que exigirá a adoção de processo de tratamento anterior à distribuição das águas subterrânea para consumo humano e animal.

GRUPO BARREIRAS E COBERTURA LATERÍTICA MADURA- NEÓGENO

Os sedimentos inconsolidados do período Neógeno (23Ma) do Grupo Barreiras são amarelados e avermelhados, arenosos finos a argilosos, maciços e por vezes mosqueados, com presença de lateritas concentradas ou dispersas (Fotos 12 e 13). São depositados discordantes sobre os sedimentos da Formação Cujupe do Grupo Itapecuru. Esses sedimentos tem abrangência em todo o Bioma Amazônico Maranhense principalmente nas áreas a norte do Estado do Maranhão e no sul as Coberturas Lateritas Maturas são coberturas residuais e concrecionárias dos tipos aluminosa, bauxítica, caulinitica, fosfática, argilosa e ferruginosa (KLEIN e SOUSA, 2012) Coberturas Lateritas Maturas que sustentam os topos dos tabuleiros e planaltos dissecados da Serra de Tiracambu e fornecem as fontes das águas das nascentes que alimentam os rios maranhenses em decorrência da macroporosidade fornecida pelas lateritas de tamanho variados (mal selecionada). São importantes áreas de recarga do aquífero Barreiras e por infiltração (drenança) vertical alimenta os aquífero Itapecuru, Corda e Sambaíba.

O Grupo Barreiras caracteriza-se por uma expressiva variação faciológica com intercalações de níveis mais e menos permeáveis, em consequência suas características hidrodinâmicas variam de ponto a ponto, dependendo do contexto hidrogeológico local, com as possibilidades hidrogeológicas desse aquífero estando restritas as fácies arenosas, normalmente inseridas em sequências argilosas. As

vazões predominantes são inferiores a 2,0 m³/h, porém em algumas áreas podem apresentar vazões bem superiores (máximas de 10,0 m³/h), quando os poços tubulares captam água dos estratos inferiores mais arenosos.

Destaca-se que o aquífero Sambaíba é o melhor aquífero do Maranhão com produtividade alta ($2 < Q/s < 4,0 \text{ m}^3/\text{h/m}$) a muito alta ($Q/s > 4,0 \text{ m}^3/\text{h/m}$) e não aflora na área do bioma maranhense, porém o topo do aquífero Sambaíba está a uma profundidade de aproximadamente 300-400m próximos as cidades de Imperatriz, João Lisboa, Buritirana e Amarante do Maranhão (SOUZA, VERÍSSIMO E ARAÚJO, 1990).

De acordo com a classificação de Struckmeier e Margat (1995), modificada por Diniz (2012 *Apud* Monteiro *et al.* 2013), apresenta produtividade *Moderada* ($1,0 < Q/s < 2,0 \text{ m}^3/\text{h/m}$), a geralmente baixa ($0,4 < Q/s < 1,0 \text{ m}^3/\text{h/m}$), *porém Localmente Moderada* em decorrência Apresenta uma espessura média de 60 metros representa um aquífero livre. Na Ilha do Maranhão, na bacia do Rio Paciência, estes sedimentos alcançam até 77m de espessura próximo a Universidade Estadual o Maranhão -UEMA e Cidade Operaria (SANTOS; PEREIRA, 2019); na bacia do Rio Anil, na área do Outeiro da Cruz, o Grupo Barreiras alcançou 76m de espessura (RIBEIRO, PEREIRA, 2019).

Esses sedimentos são muito susceptíveis a erosão em forma de ravinas e voçorocas e potencialidades minerais como fonte de insumo de areia e laterita para emprego direto na construção civil.

Foto 12- Sedimentos arenosos intensamente ravinados do Grupo Barreiras – Maracaçumé - MA



Foto 13 - Sedimentos areno-argiloso avermelhado com laterita do Grupo Barreiras – Via Expressa – São Luís - MA



COBERTURA LATERÍTICA MADURA

A *cobertura laterítica madura* apresenta no primeiro horizonte a crosta ferruginosa com espessura métricas, avançando para um horizonte arenoso de cores variegadas intensamente laterizado, exibindo antigos acamamentos e feições de estratificação cruzada (Fotos 14 e 15), provavelmente a cobertura laterítica madura foi proveniente de um intenso processo de laterização de natureza autóctone ocorrido nas rochas e sedimentos do Grupo Itapecuru e Barreiras, podendo formar pequenas cavernas como no topo das colinas de Turiaçu no domínio da Suíte Intrusiva Tromaiá.

Os minerais mais frequentes nas lateritas maduras na Amazônia são: caulinita, quartzo, goethita aluminosa, gibsita, fosfatos aluminosos. Destaca-se ocorrências de lateritas fosfáticas estroncíferas em Trauira e Pirocaua; lateritas titanífero em Jacaré; lateritas manganésifera em Aurizona (COSTA, 1991).

A Ilha do Maranhão apresenta alto potencial mineral para exploração das lateritas, que são empregadas nas atividades da construção civil. Este potencial supre parcialmente o mercado da ilha, porém sua cubagem fica dificultada pela falta de continuidade das “linhas de pedras” e de seu caráter errático (descontínuo) no topo dos tabuleiros e colinas dissecadas do Grupo Itapecuru e Barreiras (PEREIRA, ARCANJO E CASTRO, 2017).

As lateritas são geralmente encontradas nas falésias das praias Mamuna em Alcântara, Farol de São Marcos e Araçagi em São Luís, topo dos tabuleiros e

colinas dissecadas, planaltos do sul do Bioma Amazônico Maranhense e outros. Quando essas áreas são desmatadas aumenta a susceptibilidade para dinamizar os processos de erosão e deslizamentos.

Foto 14 – Vista da falésia laterizada da Praia de Mamuna - Alcântara – MA



Foto 15 – Vista parcial das lateritas do Grupo Itapecuru – Taim - São Luís - MA



- **DEPÓSITOS QUATERNÁRIOS**

Os depósitos recentes do período Quaternário encontrados no Bioma Amazônico Maranhense são: Depósitos de mangue/apicum; Depósitos litorâneos (praias/dunas); Depósitos Eólicos Continentais, Depósitos flúvio-lacustres/fluviomarinhos; Depósitos aluvionares/ depósitos aluvionares, eólicos e lateríticos.

- **DEPÓSITOS DE MANGUES/APICUM - QUATERNÁRIO**

Os depósitos de mangues são encontrados em toda zona costeira maranhense, do município de Carutapera a Humberto de Campos desenvolvendo um ambiente estuarino, sujeitos a inundações periódicas pelas mesos e macromarés podendo atingir até 7 metros de amplitude e por águas doces provenientes dos rios onde se encontram águas salobras (Foto 16).

Foto 16- Vista parcial da planície de maré – Apicum Açú – MA



Os *depósitos de mangue* apresentam coloração esverdeada escura, sedimentos argilosos e siltosos, lamosos, lodoso, rico em matéria orgânica e encontram-se permanentemente encharcados sujeitos a dinâmica da maré. Trata-se de uma área que representa um “berçário ecológico” por abrigar uma rica variedade de espécies de fauna e flora (biodiversidade), representando alto potencial pesqueiro de peixes e mariscos, além de relevante beleza cênica (Fotos 17 e 18).

As áreas de mangues são atingidas por intenso desmatamento para o uso da madeira, aterramento e/ou assoreamento, contaminação por esgoto *in natura*, ocupações espontâneas e outras. Destaca-se que as áreas de mangues possuem função ecológica de manter a integridade ambiental da faixa costeira e são

responsáveis pela manutenção de diversas atividades econômicas sendo protegidas pela Lei Federal nº 12.651/2012 (BRASIL, 2012).

Os depósitos de mangue, por apresentar uma constituição predominantemente pelítica (argila, silte e matéria orgânica), apresentam uma permeabilidade fraca, caracterizando esses depósitos sedimentares como um aquífero, ou seja, com um potencial hidrogeológico extremamente fraco.

Foto 17- Vista parcial da planície de maré em Alcântara – MA



Foto 18- Vista parcial da planície de maré - Porto das Arraias – São Luís - MA



- **DEPÓSITOS LITORÂNEOS - QUATERNÁRIO**

Os depósitos litorâneos são encontrados no litoral Maranhense nas belas praias da zona costeira maranhense como as Praias do Olho D'água a Panaquatira na Ilha do Maranhão; Praia da Baronesa e Mamuna em Alcântara, Praia de Carutapera, Ilha dos Lençóis, Bate Vento (Cururupu), Praia de Quaxanduba (Icatu) e outras (Fotos 19 e 20).

Foto 19 – Vista parcial das praias de Alcântara - MA



Foto 20 – Vista parcial da praia com suave declividade para o interior da Baía de São Marcos - Farol de São Marcos- São Luís- MA



- **DEPÓSITOS EÓLICOS CONTINENTAIS - QUATERNÁRIO**

Trata-se de depósitos arenosos encontrados na zona costeira formados por areias esbranquiçadas, granulometria fina a muito fina, quartzosas, bem selecionadas que ocorrem na faixa costeira, constituindo por dunas móveis e fixas. Originadas pela dinâmica dos ventos alísios de NE principalmente sob influência das ondas e marés (Fotos 21, 22 e 23).

Trata-se de uma área de uso público onde se desenvolve várias atividades turísticas, ecoturismo e pesca. As dunas são depósitos de areias formadas pela atividade dos ventos podendo ser fixas quando protegidas pela vegetação ou móveis mudando de lugar conforme a direção e intensidade dos ventos principalmente os alísios de nordeste. As dunas são excelentes armazenadoras de água da chuva, tornando-se área de recarga de aquíferos. Esses serviços ecológicos são responsáveis pela sustentação e permanências das comunidades residentes nas ilhas dos Lençóis, Bate Vento, Jaú, Baleia e outras. Devido a excelente facilidade de infiltração de água no solo as dunas tornam-se susceptível a poluição da água subterrânea quando atingida por soluções poluentes de origem diversas.

Foto 21 – Vista parcial das dunas fixas – Praia de São Marcos – São Luís - MA



Foto 22 – Vista parcial das dunas fixas – Alcântara – Praia Mamuna – Alcântara- MA



Foto 23 – Vista parcial das dunas fixas – Ilha dos Lençóis – Cururupu - MA



- **DEPÓSITOS FLÚVIO-LAGUNARES/FLÚVIO-MARINHO-QUATERNÁRIO**

Os *depósitos flúvio-lagunares* são formados por sedimentos argilosos, silte e areia fina de coloração cinza escura rica em matéria orgânica. Encontram-se nas áreas da região do Golfão Maranhense (Perizes) e Baixada Maranhense nas planícies de inundação dos lagos de Cajari, Penalva, Viana, Monção e outros. Essas áreas recebem contribuição da água dos rios, água subterrânea e das chuvas da região, geralmente apresenta vegetação herbáceas e gramiformes.

Destaca-se pelas suas belezas cênicas potencial para desenvolvimento do turismo e ecoturismo. Estas áreas são muito férteis com potencialidade pesqueira onde a população realiza plantios de curta duração como arroz, algodão, melancia e criação de búfalos (Fotos 24, 25 e 26).

Foto 24 – Vista parcial da planície de inundação flúvio-marinha – Perizes – Bacabeira - MA



Foto 25 – Vista parcial da planície de inundação com plantio de arroz - Lago Viana, MA



Foto 26 – Vista parcial da planície de inundação do Rio Pericumã – Pinheiro - MA



- **DEPÓSITOS ALUVIONARES, DEPÓSITOS EÓLICOS E LATERÍTICOS - QUATERNÁRIO**

Os *depósitos aluvionares, eólicos e lateríticos* são formados por sedimentos de coloração esbranquiçadas e avermelhados, finos a médios, quartzosos, com presença de lateritas centimétricas e milimétricas, angulosa a subangulosas (Fotos 27, 28 e 29). Originam-se pelas atividades dos rios, compreendendo fácies de canal e barras de canal fluvial (VEIGA JR. 2000).

Esses depósitos são geralmente encontrados ao longo das margens dos rios maranhenses como Rios Maracaçumé, Pindaré, Mearim, Itapecuru e outros. Essas áreas são utilizadas para extração mineral, lazer, ecoturismo e pesca.

Os depósitos flúvio lagunares quando associados aos depósitos de praias e dunas e os depósitos aluvionares com uma constituição litológica mais arenosa (areia e silte), apresentam uma permeabilidade regular, caracterizando um potencial hidrogeológico de fraco a médio.

Os problemas ambientais geralmente encontrados são assoreamento, erosão das margens e contaminação por efluentes domésticos e metais pesados, principalmente nas áreas de garimpos.

Foto 27 – Vista parcial do Depósito de Aluvião – Rio Pindaré – MA



Foto 28 – Vista parcial dos aluviões do Rio Pindaré – Bom Jesus das Selvas – MA



Foto 29 – Vista parcial dos aluviões do Rio Maracaçumé – MA

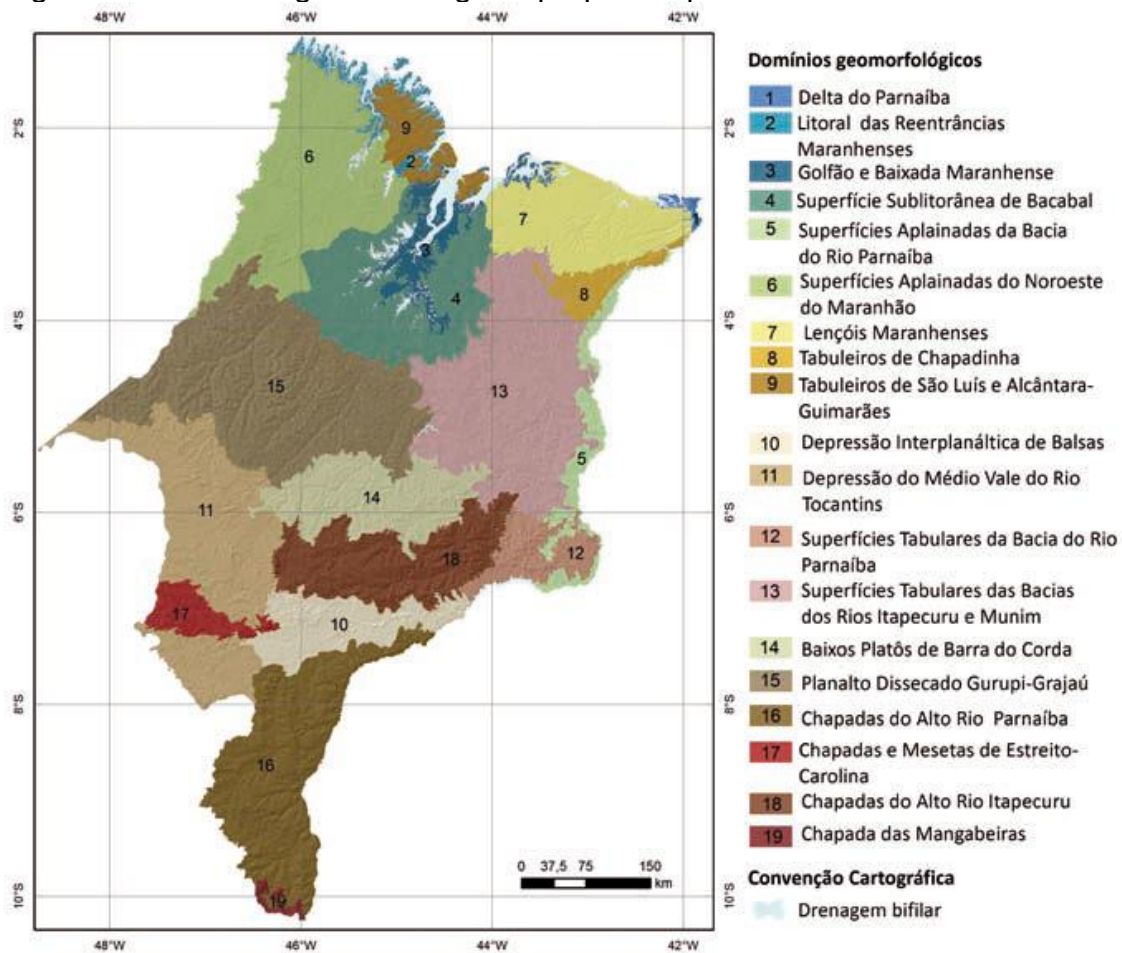


5 ASPECTOS GEOMORFOLOGICOS DO BIOMA AMAZÔNIA MARANHENSE

A identificação dos domínios e unidades geomorfológicas do Bioma Amazônia Maranhense foi baseada no trabalho de Dantas *et al.*, (2013), o qual identificou 19 (dezenove) domínios geomorfológicos (Figura 04) para o Estado do Maranhão, sendo que no bioma em questão destacam-se os seguintes domínios: Litoral das Reentrâncias Maranhenses, Golfão e Baixada Maranhense, Superfície Sub-Litorânea de Bacabal, Superfícies Aplainadas do Noroeste do MA, Lençóis Maranhenses, Tabuleiros de São Luís e Alcântara-Guimarães, Depressão do Médio Vale do Rio Tocantins e Planalto Dissecado Gurupi-Grajau.

No mapeamento do relevo do Bioma da Amazônia Maranhense, foram realizados 06 (seis) trabalhos de campo totalizando 22 dias, bem como utilizadas diversas publicações sobre os aspectos geomorfológicos do Maranhão, os mapeamentos do Projeto RADAM (1976), IBGE (2011), (CPRM (2013) existentes, a utilização de imagens Landsat-8 (resolução espacial de 15m) e dados de elevação do SRTM - *Shuttle Radar Topographic Mission*, com resolução espacial de 30 m objetivando a descrição do relevo da área em análise e a respectiva elaboração das cartas de geomorfologia, hipsometria e declividade.

Figura 4 - Domínios geomorfológicos propostos para o estado do Maranhão



Fonte: Dantas *et al.* (2013)

A seguir será apresentada uma descrição sobre os domínios geomorfológicos e suas respectivas unidades (feições geomorfológicas) reconhecidas no Bioma Amazônia no Estado do Maranhão, as quais apresentaram padrões de respostas espectrais e variações topográficas distintas, conforme apresentado a seguir.

- **Litoral das Reentrâncias Maranhenses**

Diferentemente das demais costas do mundo dominadas por lama (silte+argila) as Reentrâncias Maranhenses exibem em suas rias uma dominância que não é manifestada por grandes sistemas fluviais. Nesta localidade, os sistemas fluviais instalados a partir do término da Transgressão Marinha Pós-Glacial (TMP) drenam formações geológicas predominantemente siltosas (Grupo Itapecuru) que ampliam a disponibilidade de lama tornando esta costa uma clássica costa dominada por lama. Aliado a isto, quase a totalidade do material em suspensão aportado pela Margem Equatorial Brasileira sofre um desvio impulsionado pela Corrente Norte Brasileira encontrando nas rias destas reentrâncias um propício sítio de deposição. Estes fatores aliados a uma pequena declividade da plataforma, elevado índice pluviométrico e um regime dominado por macro-maré e uma tendência de queda do Nível Relativo do Mar (NRM) nos últimos 7.000 anos A.P. fazem desta localidade uma das mais expressivas costas lamosas do mundo, colonizada por uma exuberante vegetação de mangue (Foto 30), tornando-a uma costa significativamente piscosa e com elevado potencial para o desenvolvimento de atividades pesqueiras e do turismo.

Foto 30 – Vista da exuberante vegetação de mangue existente no município de Apicum-Açu nas Reentrâncias Maranhenses

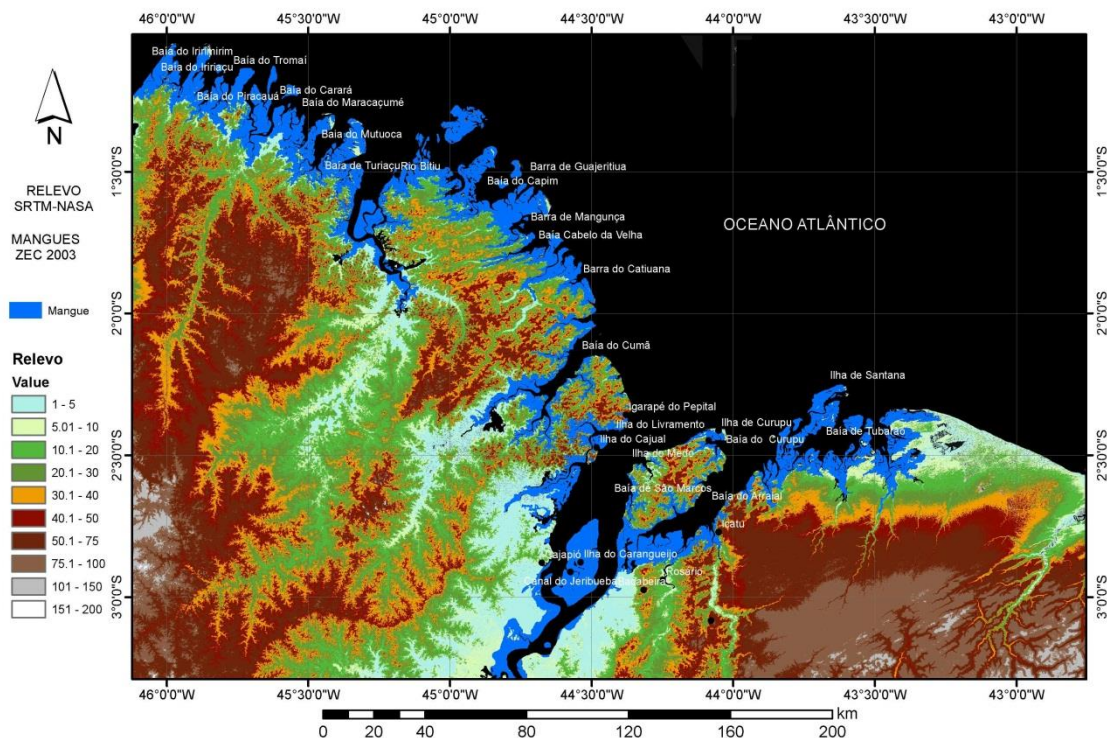


As Reentrâncias Maranhenses são basicamente compostas de terras baixas (0-5m) inundáveis, com predominância de sedimentos terciários, pleistocênicos e holocênicos, onde sua morfologia é típica de uma costa deposicional, sendo dominada por extensas planícies de maré lamosas, com ou sem vegetação de

mangue, praias arenosas, dunas costeiras móveis e fixadas, lagunas e apicuns (Coutinho, 1996).

As Reentrâncias Maranhenses abrigam em seu litoral recortado a mais complexa gama de ambientes deposicionais do Litoral Brasileiro. Neste litoral é possível encontrar em pequenas distâncias planícies de cheniers, sistemas laguna-barreira, esporões arenosos, cordões litorâneos (*beach ridges*), planícies de maré (*tidal flats*), sistemas de canais meandrantés, sistemas eólicos de dunas frontais, transgressivas e parabólicas, deltas de maré enchente (*flood tidal deltas*), deltas de maré vazante (*ebb tidal deltas*), além de lagunas e lagoas costeiras. Neste complexo de sistemas deposicionais a evolução costeira atua rapidamente ocasionando retrogradação, progradação e agradação da linha de costa da mesma forma que ocorre brusca variabilidade dos ambientes deposicionais, ou seja, em curtas escalas espaciais. Sua configuração se dá pelo ancoramento dos sistemas modernos diretamente nas antigas cabeceiras de drenagem de vales fluviais que foram preenchidos (vales incisivos) durante a TMP (Figura 31).

Figura 5 - Composição de dados de radar SRTM das Reentrâncias Maranhenses. Fonte El-Robrini *et al* (2018)



As planícies de cheniers são representadas por feixes de cordões litorâneos arenosos que se sobrepõem e separam os terraços de maré lamacentos com vegetação de manguezal e marismas. São feições costeiras tipicamente progradacionais indicando setores costeiros onde ocorre um balanço positivo de sedimentos, geralmente caracterizado por uma baixa energia de onda atuando sobre uma planície lamosa de baixo gradiente. Nas Reentrâncias Maranhenses, estes feixes de cordões arenosos de com larguras de até 500 m encontram-se separados por 500-300 metros de planícies lamosas ocupadas por densa vegetação de manguezais (figura 06). As alturas típicas destes cordões encontram-se entre 3-6 m. Sua formação ocorre devido a formação de uma barreira costeira pelo mecanismo de emersão de barras (sensu De *Beaumont*, 1845), onde passam a ter grande influência as feições deposicionais desenvolvidas em ambientes de macro-maré denominadas de calhas de maré.

Figura 6 - Planícies de Cheniers nas Reentrâncias Maranhenses

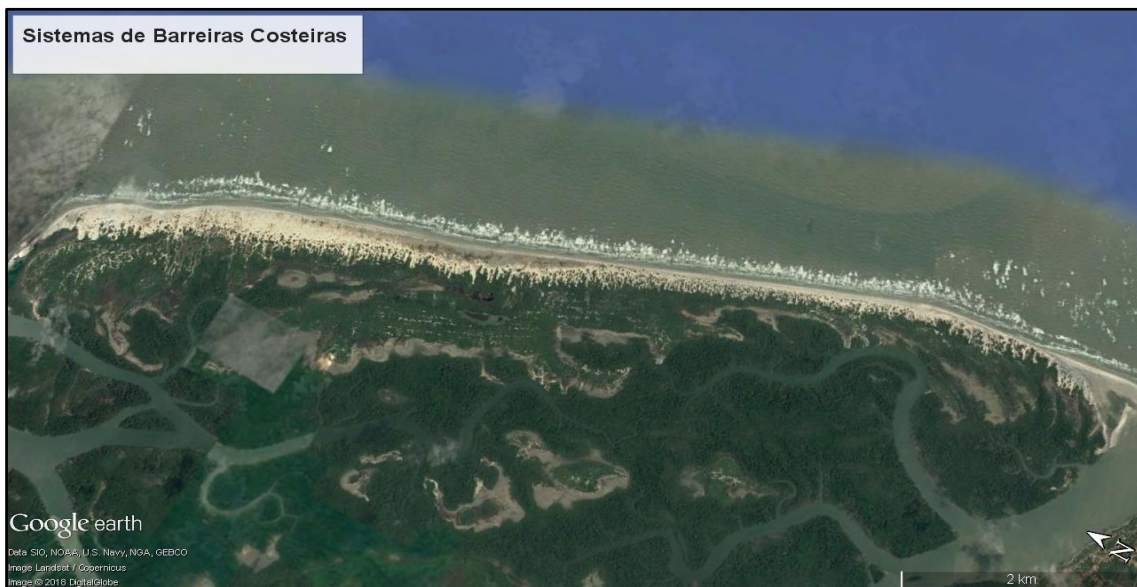


Fonte: Google Earth

Os sistemas de barreiras costeiras encontrados nas Reentrâncias Maranhenses não equadram-se na tipologia clássica de “costas dominadas por ondas”. Segundo Davis e Hayes (1984) estas costas são caracterizadas como aquelas onde a ação das marés gera um significativo transporte sedimentar, que predominam sob a forçante de ondas. Mesmo assim nas extremidades das protuberâncias destas reentrâncias se desenvolvem extensas feições deposicionais arenosas, também conhecidas como Barreiras Costeiras (*coastal sandy barriers*). Essas feições representam uma parcela pequena das Reentrâncias Maranhenses podendo

apresentar como sub-ambientes deposicionais as praias, dunas frontais, transgressivas e parabólicas, planícies de deflação, calhas de maré, leques de sobrelavagem e lagunas. Nas reentrâncias especificamente ocorrem barreiras costeiras do tipo esporões arenosos (*splits*) em virtude de seu mecanismo principal de formação: a emersão de barras arenosas. Uma vez emersas estas barras arenosas migram no sentido do continente projetando suas extremidades com maior velocidade que seu centro o que aprisiona a retrobarreira, possibilitando o desenvolvimento de marismas e manguezais (Figura 7).

Figura 7 - Sistemas de Barreiras Costeiras na costa do Maranhão



Fonte: Google Earth

Os cordões litorâneos (*beach ridges*) consistem em uma seqüência de praias paralelas e sobrepostas, onde configura-se a morfologia típica de crista alternando com a de canal. Estes ambientes deposicionais originam-se da progradação do sistema praia/antepraia/duna. Nas Reentrâncias Maranhenses, ocorrem com algumas centenas metros de largura, mas geralmente contínuas. São formados pela deposição de areia junto ao arco das dunas frontais e a medida que o sistema prograda ocorre a formação de novas dunas, agora embrionárias na face praial que ancoram-se aos sistemas de calhas de maré que constituem o cavado ou calha destes cordões litorâneos. Neste cavado deprimido, a água se acumula, às vezes formando lagoas rasas. Geramente os sistemas de cordões litorâneos das Reentrâncias Maranhenses apresentam-se preservados a muitos quilômetros da linha

de costa atual indicando que sua origem e evolução encontra-se vinculada aos estágios de nível do mar mais altos da TMP e portanto do máximo transgressivo, ou seja da máxima excursão continente adentro da linha de costa. Desta forma, exibem as antigas configurações e posições que este litoral apresentava no momento de instalação destes sistemas, quando ancorados diretamente nos Grupos Itapecuru e Barreiras (Figura 8).

Figura 8 - Planícies de Cordões Litorâneos nas Reentrâncias Maranhenses



Fonte: Google Earth

As dunas frontais figuram como elementos chave na configuração deste litoral a medida que representam os primeiros obstáculos a sobre-elevação do nível ocasionado pelas marés equinociais e pelos sistemas de tempestades oriundos do Hemisfério Norte. São formadas pela ampla pista de vento (*fetch*) desenvolvida na face praial nestes ambientes de macro-maré. O cordão frontal deste tipo de duna apresentam-se extremamente contínuo com a quase ausência de corredores erosivos (*blow-outs*) o que configura a vegetação como extremamente bem adaptada as condições impostas a este litoral. Dunas parabólicas ocorrem pontualmente em locais onde ocorrem mudanças abruptas da linha de costa geralmente próximas a pequenos centros urbanos, ou onde o suprimento sedimentar é extremamente positivo, geralmente próximo a uma foz de um canal de maré ou junto a deltas de maré vazante que se soldam a linha de costa.

Os terraços de maré são os terrenos que exibem alternâncias regulares de exposição e inundação de marés. Ao contrário do que se imagina, estes ambientes não representam uma zona de amortecimento que acomoda o aumento do nível do mar e as marés equinociais. Isto porque encontram-se situados na região de retrobarreira dos sistemas deposicionais costeiros e onde as condições hidrodinâmicas são geralmente baixas prevalecendo a deposição de silte ou argilas. Nas Reentrâncias Maranhenses, os terraço de maré são em sua maioria recobertos por vegetação de mangue, com exceção de áreas pontuais localizadas na foz de canais de maré onde prevalece o balanço positivo de sedimentos por influência de deltas de maré enchente e vazante.

- **Golfão e Baixada Maranhense**

A geologia do Golfão Maranhense insere-se na Bacia Costeira de São Luís, parte integrante da margem costeira do Brasil, situada ao norte do Estado do Maranhão. De acordo com Santos *et al.*, (2004), o referido golfo limita-se ao norte pela Plataforma Ilha Santana, ao sul pelos Altos Estruturais (Arco Ferrer Urbano Santos) a leste pelo Horst de Rosário e a oeste pelo Arco de Tocantins.

A evolução geomorfológica do Golfão Maranhense de acordo com Ab'Saber, (1960), inicia-se com o soerguimento da faixa litorânea, no Plioceno, implicando em superimposição da rede de drenagem e erosão do Grupo Barreiras, seguindo por um novo soerguimento com retomada de erosão e aprofundamento dos vales a um nível inferior. Já no Pleistoceno, seguiu-se pela maior regressão marinha, originando uma nova configuração das Baías de São Marcos e São José, insulamento da Ilha do Maranhão e deixando como testemunho no continente a planície marinha de Perizes. No final da Época Pleistocênica, ocorreu um novo soerguimento de menor intensidade e uma moderada transgressão marinha, responsável pela redefinição da morfologia do Golfão Maranhense. A fase máxima de erosão ter-se-ia processada, sob condições climáticas mais secas que as atuais, quando da formação de cangas ferruginosas.

As principais feições geomorfológicas existentes na área de abrangência do Golfão Maranhense, segundo Santos *et al.*, (2004), são as seguintes: baías, canais e planícies de maré lamosa com ou sem manguezais, praias dissipativas de areia fina, dunas e paleodunas, falésias, afloramentos com concreções lateríticas, plataforma de

abrasão e terraço de abrasão de superfície irregular, tabuleiros, planície arenosa, dunas, lagoas, lagunas e campos.

De uma maneira geral, ainda de acordo com Santos *et al.*, (2004), as marés, ondas, correntes (de marés e litorâneas) associadas aos ventos constituem os principais agentes responsáveis pela morfodinâmica costeira na área em questão.

A Baixada Maranhense é uma unidade ecossistêmica de 1.775.035 ha, situada na planície costeira da área em análise, onde encontram-se as praias, os estuários e os baixos cursos dos rios. Esta configuração é resultante da última Transgressão Marinha Pós-Glacial (TMP) que no decorrer do Holoceno invadiu as baías do Cumã, São José, São Marcos e Tubarão inundando também os cursos inferiores do Rio Pericumã, Turiaçu e Mearim. Este evento transgressivo está relacionado a uma rápida ascensão do Nível Relativo do Mar (NRM) que alcançou os arenitos cretácicos do Grupo Itapecuru e sedimentos Neógenos do Grupo Barreiras, criando reentrâncias no que hoje reconhecemos como falésias e colinas com topos aplainados (tabulares). Remanescentes isolados desta fase erosiva restaram apenas como morrotes desconexos, aflorantes em meio aos lagos e regiões de baixadas como em Anajatuba, Santa Rita, São Bento, Alcântara e São Vicente Ferrer (Foto 35).

Foto 35 – Remanescentes topográficos isolados, aflorantes em meio aos lagos e campos inundáveis



A fisionomia da Baixada Maranhense de acordo com Feitosa (2006) é marcada pela grande dimensão fisiográfica e econômica das bacias lacustres e por extensos pântanos abundantes na área denominada “Pantanal Maranhense”

merecendo destaque os lagos Açú, Cajari, Bacuri, Formoso e Viana. Ainda de acordo com o referido autor, os lagos transbordam durante o período chuvoso interligando-se por um sistema de canais divagantes que servem como vias de comunicação entre as cidades e os povoados, substituindo parcialmente as estradas. Durante o período seco, o cenário hídrico transforma-se em grandes extensões de campos ressequidos. De acordo com o observado durante os trabalhos de campo, constatou-se as seguintes atividades econômicas: pesca, agropecuária, com destaque para a bubalinocultura.

- **Tabuleiros de São Luís e Alcântara-Guimarães**

Regionalmente conhecidos como baixos planaltos sedimentares, caracterizados por apresentar topografia mais ou menos plana e baixa altitude. De acordo com a CPRM, os tabuleiros costeiros ocorrem em duas áreas principais: tabuleiros de Chapadinha, a sul dos vastos campos de dunas fixas dos Lençóis Maranhenses e tabuleiros de São Luís e Alcântara-Guimaraes, entre o Golfão maranhense e o noroeste do estado.

Na Baía de São Marcos, os tabuleiros são compostos por uma sequência areno-argilosa do Grupo Barreira e, em algumas áreas, podem aflorar também arenitos do Grupo Itapecuru.

Esta feição geomorfológica relacionada ao grupo Barreiras ou Itapecuru apresentando escarpas íngremes em contato com a linha de praia dão origem as exuberantes falésias na zona costeira maranhense a exemplo das existentes no referido domínio geomorfológico (foto 36). Em várias áreas destas falésias, tem-se a intensificação dos processos erosivos devido aos agentes oceanográficos (ondas e marés) associados aos processos subaéreos representados pelos agentes climáticos. Desta forma, faz-se necessário manter o distanciamento estabelecido na legislação de 100m visando evitar a destruição ou perda das distintas obras de engenharia construídas em locais proibidos.

Foto 36 – Vista de uma falésia em processo de erosão (reco) na praia de Panaquatira em São Jose de Ribamar – MA



- **Superfície Sub-Litorânea de Bacabal**

A Superfície Sub-Litorânea de Bacabal de acordo com Barbosa e Novaes Pinto (1973) caracteriza-se como um relevo monótono caracterizado por vastas superfícies de aplainamento, com topografia plana a levemente ondulada com presença de colinas baixas e suaves modeladas em vales amplos com pequena a moderada densidade de drenagem do tipo dendrítico.

De acordo com Dantas *et al.*, (2013) esse domínio circunda a Baixada Maranhense e representa uma verdadeira região mesopotâmica, entrecruzada pelos rios Pindaré, Grajaú, Mearim e Itapecuru, todos convergindo para o Golfão Maranhense. Tal domínio apresenta terrenos planos, adjacentes a baixadas alagadas com presença de inúmeros lagos temporários e permanentes, bastante utilizados pela população local para as atividades agropecuárias.

- **Lençóis Maranhenses**

Geologicamente, os Lençóis Maranhenses situam-se na Bacia Cretácea de Barreirinhas, a qual genericamente localiza-se na porção nordeste do estado do Maranhão entre a Baía de Tubarão, a oeste e o Delta do Parnaíba, a leste.

Quanto aos limites a bacia sedimentar é limitada ao norte pelo Alto Atlântico; ao sul, por uma série de falhamentos normais e pelo Arco Estrutural Férrer-Urbano Santos; a leste, pela fossa do Piauí e a plataforma de Parnaíba e a oeste pelo graben de Ilha Nova (VEIGA JÚNIOR, 2000).

A planície costeira onde se insere os Lençóis Maranhenses, de acordo com Santos (2008), caracteriza-se por apresentar um relevo suave a moderadamente ondulado, no qual são comuns extensos campos de dunas móveis, de diversas configurações, com altura de até 30m. As referidas dunas quando recobertas por vegetação são classificadas como dunas fixas. Na referida área, destacam-se as seguintes entidades morfológicas: praias, lençóis de areia, pontais, cordões e terraços arenosos, planícies de deflação, inundação e maré, tabuleiro dissecado, rastros de dunas e montes residuais, além das dunas barcanas, parabólicas, oblíquas e das cadeias de barcanas, parabólicas e transversais.

Na área do referido Bioma, podem ser encontradas dunas móveis e fixas (Foto 37) nas proximidades do litoral, bem como mais interiorizadas a exemplo das dunas fixas observadas nos municípios de Icatu, Axixá e Morros com idades superiores a 5.900 AP de acordo com Santos (2008).

Foto 37 – Duna fixada pela vegetação no município de Icatu – MA



- **Superfícies Aplainadas do Noroeste do Maranhão**

O referido domínio geomorfológico ocupa extensa área rebaixada entre o Golfão Maranhense e a divisa do estado do Pará, sendo sustentado tanto pelo embasamento ígneo-metamórfico do Cráton São Luís quanto por coberturas sedimentares de idade cretácica da Formação Itapecuru (DANTAS et al., 2013).

Esse domínio é delimitado, a norte, pelas planícies flúvio-marinhas das Reentrâncias Maranhenses; a leste, pelo Golfão e Baixada Maranhense; e a sul, pelo front entalhado do Planalto Dissecado Gurupi-Grajaú. O citado domínio estende-se, a oeste, adentrando pelo território do Pará sendo representado por extensa superfície arrasada por processos de erosão generalizados do relevo, mantendo uma superfície de erosão conservada ou levemente reafeiçoada durante o Quaternário, com caimento muito suave de sul para norte, apresentando densidade de drenagem baixa a moderada. Esse conjunto de superfícies aplainadas (Foto 38) registra, portanto, cotas baixas que variam entre 20 e 130 m, com elevações residuais que não ultrapassam 250 m de altitude (DANTAS et al., 2013). Nas áreas mais planas, tem-se a criação de gado.

Foto 38 - Relevo caracterizado por uma superfície aplainada no noroeste do Maranhão no município de Turiaçu



Contudo, neste domínio geomorfológico tem-se a ocorrência de colinas e cristas Metavulcânicas sedimentares (foto 39) cuja litologia é formada pelo conjunto de rochas metassedimentares do Grupo Gurupi, metavulcanossedimentares da

Formação Chega Tudo e Complexo metamórfico Itapeva, associadas a um magmatismo orogênico representada pelos granitos Maria Suprema e Moça. No município de Centro Novo do Maranhão, a atividade de extração de ouro é bastante disseminada.

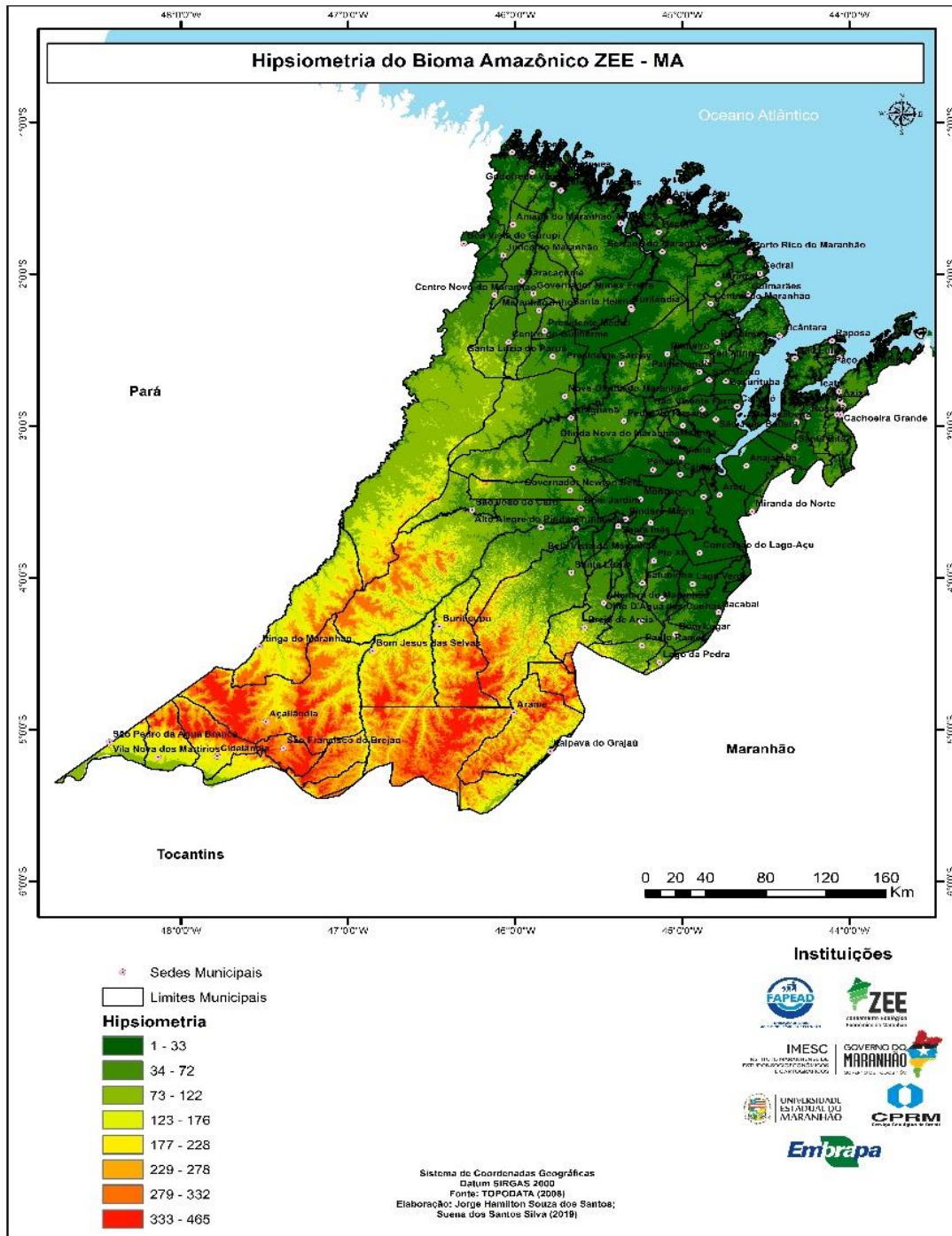
Foto 39 – Vista das colinas e cristas Metavulcânicas sedimentares no município de Centro Novo do Maranhão



- **Planalto Dissecado Gurupi-Grajaú**

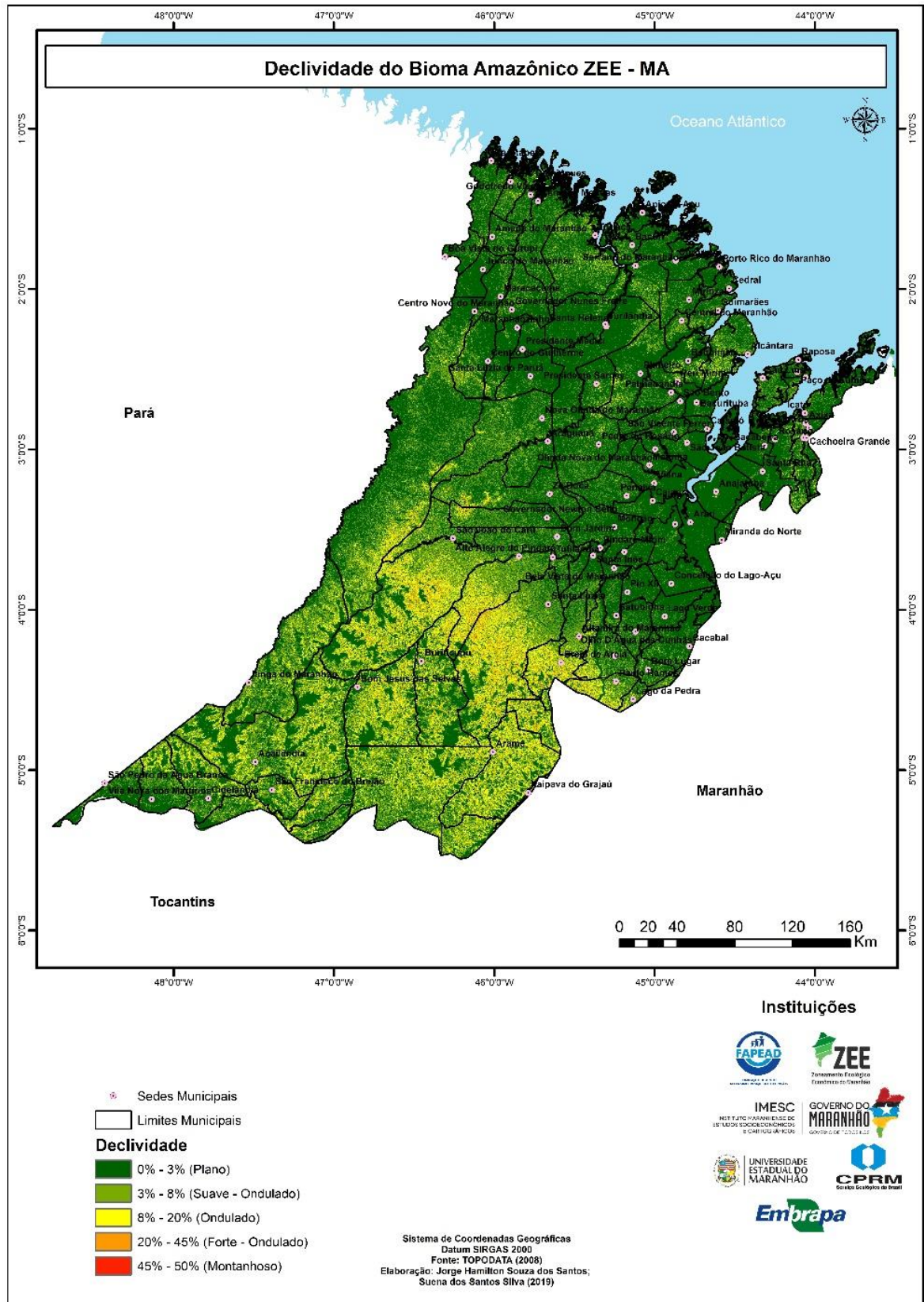
O Planalto Dissecado Gurupi-Grajaú, segundo proposta do IBGE (2011) ocupa o setor centro-ocidental do estado do Maranhão e caracteriza-se por um conjunto de superfícies tabulares elevadas por epirogênese e bruscamente delimitadas em rebordos erosivos, por onde se encaixam vales incisos e aprofundados apresentando desnivelamentos locais, por vezes, superiores a 100 m (DANTAS et al., 2013). Os citados planaltos estão alçados, de forma irregular, em cotas altimétricas diferenciadas, sendo crescentes de norte a sul, variando entre, aproximadamente, 100 e 465 m. Em observação ao mapa de hipsometria do Bioma Amazônico, constata-se que as menores altitudes situam-se na planície costeira ao norte, enquanto as maiores elevações encontram-se no setor Sul do Bioma (Figura 9).

Figura 9 - Mapa de hipsimetria do Bioma Amazônia Maranhense



O planalto dissecado se destaca topograficamente dos relevos planos ou aplainados da Baixada Maranhense, da Superfície Sub-Litorânea de Bacabal e da Superfície Aplainada do Noroeste do Maranhão, situados a norte e nordeste, por um front movimentado de colinas dissecadas e morros (DANTAS et al., 2013). Quanto a declividade (Figura 10), tem-se nesta unidade os maiores desnivelamentos, indicando a susceptibilidade aos processos erosivos e aos diferentes movimentos de massa.

Figura 10 – Mapa de declividades do Bioma Amazonia Maranhense



Merecem menção as orientações de encostas nas clássicas direções NE/SW e NW/SE, compondo poderosas bordas de chapadões e depressões limitados por encostas verticais e sub-retilíneas, nas quais se instalam drenagens nitidamente incapazes de tê-las gerado. As direções em que estas encostas se verificam, descontados desgastes erosivos de menor porte, são tipicamente NE/SW, NW/SE e N/S, típicas do assoalho crustal brasileiro, e orientadoras, em alguns casos, do direcionamento de grandes trechos da drenagem do vasto planalto em estudo.

O quadro de controle tectônico acima esboçado é definidor da presença constatável de um enorme planalto em processo de erosão fluvial e alterações paulatinas dos sedimentos depositados, gerando a presença de blocos alçados e deprimidos que representam descontinuidades nas extensas planuras constituintes de superfícies planálticas dominantes na paisagem.

Inúmeros pontos ao longo das rodovias foram inspecionados, na ida e na volta, com algumas pequenas incursões laterais em locais como Buriticupu, onde ocorre gigantesca voçoroca (Foto 34), e ao vale do rio Pindaré Mirim, localmente encaixado em uma estrutura de depressão do tipo “graben”, alongada entre áreas planálticas (Foto 35).

Foto 34 - Voçoroca incidente em borda de planalto na área urbana de Buriticupu. Exemplo de erosão possivelmente orientada por fraturamento crustal



Foto 35 – Vista do rio Pindaré correndo no interior de uma considerável depressão do tipo graben



Ao longo do extenso deslocamento efetuado a partir de São Luís, foi possível observar resultados da exposição dos sedimentos depositados componentes do Grupo Itapecuru, tais como alterações induzidas pelo intemperismo (horizontes laterizados, depósitos caulíníticos) e pela exposição a agentes geomórficos subaéreos, sob a forma de linhas de seixos e pequenos depósitos arenosos com incipientes estratos cruzados (Foto 36 e 37).

Foto 36 - Laterização Incipiente no Alto Planalto



Foto 37 - Linha de seixos de pequena envergadura, indicando transporte localizado



O planalto centro ocidental ora sendo sucintamente apresentado tem grande extensão, como pode ser aquilatado da inspeção dos mapeamentos apresentados. Seus limites sul e leste são condicionados, possivelmente, pelo poderoso condicionante estrutural, de dimensões subcontinentais, denominado Arco Xambioá-Teresina. A coincidência das configurações da borda sul e leste do planalto com a curvatura do Arco de Xambioá parece não ser fortuita. Elementos estruturais de menor porte, ainda que gigantescos na escala humana, tais como “grabens” e “horts” aparecem na paisagem do sul do planalto (Fotos 38).

Foto 38 - Detalhe do mesmo graben (depressão) mostrando suas paredes pouco alçadas



8.8 Depressão do Médio Vale do Rio Tocantins

Esse domínio é representado por vasta superfície de aplainamento pontilhada por relevos residuais sob forma de mesetas e morros-testemunhos, apresentando caimento geral de leste para oeste em direção à calha do rio Tocantins. O mesmo se estende por uma comprida faixa de direção norte-sul, que abrange o sudoeste do estado do Maranhão, abrangendo a Depressão de Imperatriz, o Patamar de Porto Franco e a Superfície de Carolina, individualizados por mapeamentos realizado pelo IBGE (2011). Seu relevo é constituído por extensas superfícies de aplainamento, por vezes, ligeiramente retocadas por uma rede de drenagem de baixa densidade, de forma esparsa, com baixos platôs ligeiramente ressaltados topograficamente. Nesse domínio, existem colinas com grau variável de dissecação, ocorrendo, também, esparsas “serras” alinhadas e pequenas cristas, que se destacam em cotas mais elevadas na paisagem regional (CPRM, 2013). Destaca-se, ainda, a planície aluvial do rio Tocantins, que ocorre de forma descontínua ao longo de seu fundo de vale. Finalmente, vale destacar que esse conjunto de formas de relevo resulta do arrasamento generalizado do substrato geológico de uma sequência Vulcano sedimentar (permocretácica) da Bacia Sedimentar do Parnaíba.

No interior do planalto, essas depressões existem, porém são menos notáveis, embora também condicionando, em boa medida, tanto a drenagem, quanto a ocupação humana. Depressões e altos estruturais também fazem parte do domínio “Depressão do Médio Vale do Tocantins” (Foto 39), que se justapõe ao “Planalto Dissecado Gurupi Grajau”, segundo a abrangente classificação dos “Domínios Geomorfológicos” do Maranhão, proposta pela CPRM em 2013.

Foto 39 – Vista da Depressão do Médio Vale do Rio Tocantins no Município de Imperatriz - MA



CONSIDERAÇÕES FINAIS

A área do Bioma Amazônico Maranhense apresenta rochas e sedimentos que retratam o passado geológico da Terra desde Paleoproterozoico ao Cenozoico. Estas rochas e sedimentos apresentam potencialidades para exploração nas áreas de minerais minérios de emprego direto na construção civil considerando a abrangência das rochas e sedimentos do Grupo Itapecuru, Grupo Barreiras e Suíte Intrusiva Rosário associados aos Depósitos Quaternários e as explorações de gemas (ouro e outros) nas rochas do Cráton São Luís e Cinturão Gurupi. Destaque para maior fiscalização nos garimpos com a manipulação de mercúrio (Hg).

Estas áreas carecem de estudos e delimitação, principalmente em cartografia de detalhe, quanto à natureza e ocorrências de argilominerais e outros minerais de importância econômica, com reais possibilidades de apoio à criação de um “polo cerâmico” na porção norte do bioma.

A disponibilidade de água subterrânea considerando a abrangência do aquífero Itapecuru que apresenta uma geometria bastante complexa, predominando formas lenticulares nos estratos arenosos, função dos ambientes continentais de deposição desenvolvidos próximos à zona costeira, e do grau de retrabalhamento dos materiais, sendo considerado um aquífero livre a semi-confinado com vazões moderadas ($25 < Q < 50 \text{m}^3/\text{h}$) utilizadas geralmente para consumo humano. Destaca-se a presença de vazões maiores no sul do bioma maranhense.

A disponibilidade de água depende das chuvas na região, sendo um bem estratégico para sadia qualidade de vida. Os reservatórios naturais (aquíferos) e as nascentes dos rios precisam da preservação das áreas de recarga de aquíferos representada principalmente pelos sedimentos do Grupo Barreiras e Coberturas Lateríticas Maduras.

A porção norte do bioma área costeira precisa ser monitorada quanto a presença da entrada da cunha salina, registra-se graves problemas com presença de água salobra nas Ilhas dos Lençóis, Bate Vento, nos municípios da baixada maranhense e na ilha do Maranhão.

Espera-se que o presente texto transmita uma imagem razoável da presença e importância das unidades geomorfológicas Planície Costeira e Planalto, embora discutindo a origem e causas de configurações de feições geomorfológicas julgadas de maior importância. Ambas são unidades territoriais de grande porte, devendo ser considerado que a baixa altitude da Planície Costeira, com influência das marés e presença de alagadiços, tem sua importância para uma ocupação humana assim relativizada, sob vários pontos de vista. Este não é o caso com relação ao Planalto, cujas grandes disponibilidades de áreas passíveis de utilização inclinam o domínio geomorfológico para atividades de grande porte. São exemplos os usos agropecuários, tanto monoculturas como criação de gado e cultivo de eucalipto (este uso associado a terrenos de certa declividade), que se beneficiam das extensões territoriais disponíveis, naturalmente limitados pelas disponibilidades de solos adequados e de água, particularmente. A parte sul deste planalto, tem se beneficiado com o incremento da produção de soja, sendo exemplos o desenvolvimento de cidades como Imperatriz e Açailândia, assim como outros núcleos urbanos, cujo desenvolvimento está ligado ao uso das áreas mais favoráveis, que são grandes extensões planas, para o típico tratamento mecanizado da cultura da soja. Contudo, devem ser observadas todas as técnicas de manejo e proteção do solo e dos recursos hídricos para que seja conciliado o desenvolvimento das referidas atividades econômicas com a proteção ambiental.

BRASIL. Lei nº **12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 25 mai. 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm. Acesso em: 07 jun. 2017.

BRIERLEY, G.J., 1996. **Channel morphology and element assemblages: a constructivist approach to facies modeling**. In: Carling, P.A., Dawson, M.R. (Eds.), *Advances in Fluvial Dynamics and Stratigraphy*. Wiley, New York, pp. 263–298.

BRIERLEY, G.J.; FERGUSON, R.J.; WOOLFE, K.J. **1997. What is a fluvial levee?** *Sedimentary Geology* 114, 1–9.

BEZERRA FHR, BARRETO AMFAND SUGUIO K. 2003. **Holocene sea-level history on the Rio Grande do Norte state coast, Brazil**. *Mar Geol* 196: 73-89.

CERRI, L. E. S.; AKIOSSI, A.; AUGUSTO FILHO, O.; ZAINE, J. E. **Cartas e mapas geotécnicos de áreas urbanas: reflexões sobre as escalas de trabalho e proposta de elaboração com o emprego do método do detalhamento progressivo**. In: *Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia*, 8, Rio de Janeiro, Anais... Rio de Janeiro: ABGE, 1996, p. 537-548.

COLARES, J. Q. S.; ARAÚJO, C. C. Santa Inês, **Folha SA.23-Y-D: Estado do Maranhão**. Escala 1:250.000 Brasília, DF: CPRM, 1990. 67 p. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB; Projeto Especial Mapas

COLARES, J.Q.S.; ARAUJO, C.C.; PARENTE FILHO, J.. **Projeto Especial Mapas de Recursos Minerais, Solos e Vegetação para a área do Programa Grande Carajás**. Subprojeto Recursos Minerais. Vitorino Freire Folha SB.23-V-B, Estado do Maranhão. Carta de zoneamento hidrogeológico e de pontos de água-Escala 1:250.000. Brasília: DNPM/CPRM, 1990,70pg.

COSTA, M. L. Aspectos Geológicos dos Lateritos da Amazônia. **Revista Brasileira de Geociências**. 21(2): 146-160. 1991.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. Programa Levantamentos Geológicos Sistemáticos. **Relatório Anual** - 2004, 20 p.

DE BEAUMONT LE .1845. **Lecons de Geologie Practique. Septieme lecon**. Bertrand, Paris, pp 221–252.

FEITOSA, A.C. **Relevo do Estado do Maranhão: uma nova proposta de classificação topomorfológica**. In: Simpósio Nacional de Geomorfologia. 4 Goiânia, Anais. Goiânia:UGB, 2006. P. 1-11.

GILBERT G.K. 1885. **The topographic features of lake shores**. US Geological Survey, 5th Annual Report, pp 69–123.

GORAYEB, P. S. S.; GAUDETTE, H., MOURA, C. A.V.; ABREU, F. A. M. Geologia e Geocronologia da Suíte Rosário, Nordeste do Brasil e sua Contextualização Geotectônica. **Revista Brasileira de Geociências** 29(4):571-578, dezembro de 1999.

KLEIN, E. L. et al. **Geologia e recursos minerais da Folha Cândido Mendes, SA.23-V-D-II**: Estado do Maranhão: escala 1:100 000. Belém: CPRM, 2008. 146 p. Programa Geologia do Brasil - PGB; Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB.

KLEIN, E. L.; MOURA, C. A. V. **Síntese geológica e geocronológica do Cráton São Luís e Cinturão Gurupi**: implicações para a litoestratigrafia e modelos geotectônicos. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 7, Belém, 2001. *Resumos Expandidos*. Belém, SBG. (CD-ROM).

KLEIN, E. L.; MOURA, C. A. V.; PINHEIRO, B. L. S. **Paleoproterozoic crustal evolution of the São Luís Craton, Brazil**: evidence from zircon geochronology and Sm-Nd isotopes. *Gondwana Research*, v. 8, n. 2, p. 177-186, 2005.

KLEIN, E. L.; MOURA, C. A. V. São Luís craton and Gurupi belt (Brazil): possible links with the West-African craton and surrounding Pan-African belts. In: PANKHURST, R. J. et al (Eds.) **West Gondwana**: pre-Cenozoic correlations across the South Atlantic region. London: Geological Society, 2008. p. 137-151. (Special Publications, 294).

KLEIN, E.L.; SOUSA, C.S.; VASQUEZ, M.L.; LOPES, E.C.S.; TEIXEIRA, S.G.; OLIVEIRA, J.K.M.; MOURA, E.M.; LEÃO M.H.B. 2012. **Mapa Geológico e Recursos Minerais do Estado do Maranhão**. In: Klein, E.L.; Sousa, C.S. (organizadores) *Geologia e Recursos Minerais do Estado do Maranhão: Sistema de Informações Geográficas – SIG*, Escala 1:750.000. Belém: CPRM. 2012.

LEITES, S.R.(ORG.) **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil**. Presidente Dutra. Folha SB-23-X-C. Estado do Maranhão. Escala 1: 250.000. Brasília: CPRM, 1994.

LOVATO, O. G.(Org.). Barra do Corda. Folha SB.23-V-D. Estado do Maranhão. Escala 1:250.000. Brasília, DF: CPRM, 1994. **Programa Levantamento Geológicos Básicos do Brasil – PLGB**.

LOVATO, O. G.; CAYE, B. R.; ARAÚJO, C. C. Itapecuru- Mirim. Folha SA.23-Z-C: Estado do Maranhão. Escala 1:250.000. Brasília, DF: CPRM, 1995. **Programa Levantamento Geológicos Básicos do Brasil – PLGB**.

MANOEL FILHO, J.; FEITOSA, F. A. C, FEITOSA, E. C.; DEMETRIO, J.G. A. MEDEIROS, M.A; ARCANJO, S.H.; CARVALHO, I.S.; PEREIRA, A.A., LINDOSO, R.M.; MENDES, I.D.; SOUSA, E.P; COSTA FILHO, J.F.; SIQUEIRA, W.S. **Nova Ocorrência de Diplodocoidea na Bacia de São Luís (Cretáceo, Cenomaniano), norte do Maranhão**. In: Simpósio de Geologia da Amazônia, 14, Livro de Resumos, Marabá, SBG. CD room. 2015.

MONTEIRO, A. B. *et al.* **Mapa Hidrogeológico do Brasil, escala 1:5.000.000.** Projeto Mapa Hidrogeológico do Brasil ao Milionésimo, CPRM/MME SIG, 2014.

MONTEIRO, A.B.; CORREIA FILHO, F. L.; DINIZ, J.A.O.; SOUZA, R. R. **Recursos hídricos subterrâneos.** In: BANDEIRA, I. C. N. (Org.) Geodiversidade do Estado do Maranhão, Teresina: CPRM, 2013.

MONTEIRO, A.B.; CORREIA FILHO, F.G.; DINIZ, J.A.O.; SOUZA, R.R. IN: BANDEIRA, I. C. N. (Org.) **Geodiversidade do Estado do Maranhão.** Programa Geologia do Brasil. Levantamento da Geodiversidade. Teresina: CPRM, 2013. 294p.

PEREIRA, E. D. **Vulnerabilidade natural à contaminação do solo e do Aquífero do Reservatório Batata.** Doutorado – Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Unesp; Rio Claro, 174p. 2006.

PEREIRA, E. D.; ARCANJO, S. H. S.; CASTRO, H.F.R. As Lateritas nos tabuleiros dissecados da Ilha do Maranhão: ocorrências e exploração. In: Aline Maria Meiguins de Lima; Paulo Sergio de Sousa Gorayeb. (Org.). **Contribuições à Geologia da Amazônia.** 1ed., Belém: SBG Núcleo Norte, 2017, v. 10, p. 33-40.

PEREIRA, E.D.; SANTOS, J.H.S. **Avaliação da vulnerabilidade à intrusão marinha do aquífero costeiro da bacia hidrográfica do rio paciência utilizando o método galdit,** Relatório Final de Pesquisa. Convênio FAPEMA/UFMA, 2017.

RIBEIRO, J. A. P.. Caxias. Folha SB.23-X-B. Escala 1:250. 000.. **Estados do Pará e Maranhão.** Brasília: CPRM, 2001.

RIBEIRO, D.Q.; PEREIRA, E.D. **Levantamento das Características Hidrogeológicas do Aquífero Barreiras e Itapecuru na Bacia do Rio Anil-Ma.** Relatório Final de Pesquisa- PIBIC, convênio Fapema/UFMA (no prelo).

RODRIGUES, T. L. N. *et al.* (Org.). **São Luís Folha SA.23- Z-A, Cururupu Folha SA.23-X-C: Estado do Maranhão:** escala 1:250.000. Brasília, DF: CPRM, 1994a. 185 p. Programa Levantamentos Geológicos Básicos – PLGB.

RODRIGUES. Bacabal. **Folha SA.23-X-A:** Estado do Maranhão. Escala 1:250.000. Brasília, DF: CPRM, 1994b. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB.

ROY P.S.; COWELL P.J.; FERLAND M.A.; THOM B.G. 1994. Wave Dominated Coasts. In: **CARTER R.W.G. e WOODROFFE CD** (Ed.), Coastal Evolution, Late Quaternary Shoreline Morphodynamics, Cambridge: Cambridge University Press, p. 121-186.

ROSSETTI, D. F. **Arquitetura Depositional da Bacia de São Luís-Grajaú.** In: ROSSETTI, D. F.; GOES, A. M.; TRUCKENBRODT, W. (Coords). O Cretáceo na Bacia de São-Luís Grajaú. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2001. p.

ROSSETTI, D. F.; TRUCKENBRODT, W. 1997. **Revisão estratigráfica para os depósitos do Albiano Terciário Inferior (?)** na Bacia de São Luís (MA), Norte do

Brasil. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, v. 9, p. 29-41.

ROSSETTI, D. F.; TRUCKENBRODT, W.; GÓES, A. M. **Estudo paleoambiental e estratigráfico dos Sedimentos Barreiras e Pós-Barreiras na região Bragantina, nordeste do Pará.** Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi: Série Ciências da Terra, v. 1, p. 25-74, 1989.

SANTOS, J. H. S. dos. **Lençóis Maranhenses atuais e pretéritos: um tratamento espacial.** Rio de Janeiro: Doutorado. UFRJ/PPGG, 2008. 248 p.

SOUZA, A. S. (Org.) Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB. Imperatriz – Folha SB.23-V-C, Estados do Maranhão e do Tocantins. Escala 1:250.000, Brasília: CPRM/DIEDIG/DEPAT, 2002.

SOUZA, A.S.; VERISSIMO, L.S.; ARAUJO, C.C. (Org.). **Imperatriz. Folha SB.23-V-C. Estado do Maranhão e Tocantins.** Escala 1:500.000. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB Brasília, DF: CPRM, 1990.

VEIGA JÚNIOR, J. P. **São Luís NE/SE, Folhas SA- 23-X e SA-23-Z:** Estados do Maranhão e Piauí: escala 1:500.000. Programa Levantamentos Geológicos Básicos – PLGB. Brasília, DF: CPRM, 2000.

VILLAS BÔAS, J. M.; ARAÚJO, C.C. **Açailândia. Folha SB.23-V-A, escala 1:250.000.** Estados do Pará e Maranhão: Brasília: CPRM, 1999.

TOMAZELLI, L.J., VILLWOCK, J.A., 1991. **Geologia do Sistema Lagunar Holocênico do Litoral Norte do Rio Grande do Sul.** Pesquisas 18, 13–24.

CLIMATOLOGIA REGIONAL

Equipe

Gunter de Azevedo Reschke (Coordenador); Ronaldo Haroldo Nascimento de Menezes; Carlos Márcio de Aquino Eloi; Hallan David Velasco Cerqueira; Márcio Roberto Bezerra Fialho; Carlos Wendell Soares Dias; Messias Galvão Abreu (estagiário).

1 INTRODUÇÃO

A Amazônia maranhense é dona de rica biodiversidade, encontra-se em 62 municípios do Maranhão e representa, em termos de bioma, 34% do território do Estado. No entanto, ela corre o sério risco de desaparecer. Há anos vem sofrendo com desmatamentos, retirada ilegal de madeira, mineração, produção de carvão, caça excessiva e criação de gado. Além disso, recebe pouca atenção do poder público estadual e federal e sua importância é ignorada por grande parte dos maranhenses (MIOTTO, 2012).

O Bioma Amazônico maranhense está localizado no setor oeste do Maranhão, junto ao estado do Pará e representa uma região marcada por uma baixa densidade de estações de observação do tempo e clima por se tratar de um local onde existem muitas reservas indígenas e ambientais, isso faz com que também seja uma região com baixa densidade demográfica.

Por se tratar de um bioma importantíssimo de caráter estratégico, tanto no contexto regional como global, a Amazônia Maranhense é alvo de interesse tanto científico como econômico. Em nível regional, o diagnóstico climático tem um intuito de fornecer subsídios às políticas de desenvolvimento econômico e conservação do bioma, como o manejo sustentável e técnicas adequadas de preservação.

O Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) do Bioma Amazônico maranhense veio, justamente contra essa problemática e funciona como um instrumento para planejar e ordenar o território, sendo nos últimos anos a proposta do governo brasileiro para apoiar as decisões de planejamento do desenvolvimento e do uso do território nacional em bases sustentáveis, integrando o Plano Plurianual (PPA) do governo federal, sob a coordenação do Ministério do Meio Ambiente e execução descentralizada por diversos órgãos federais e estaduais. A elaboração do ZEE é uma determinação legal conferida pelo Decreto Federal nº 7.378/2010 (SPINELLI-ARAÚJO, 2016).

Nesse contexto, o ZEE do Bioma Amazônia no Estado do Maranhão, no âmbito de estudos do clima, se propôs a fazer um diagnóstico da situação atual do Estado, que inclui o índice de erosividade da chuva, balanço hídrico climático, índice de aridez, risco climático e aptidão climática, bem como, os cenários prospectivos (de possibilidades) para anos secos, normais e chuvosos. Este estudo também contempla os resultados das simulações obtidas do modelo regional de mudanças climáticas baseados em cenários prospectivos (futuros), utilizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. Portanto, espera-se que todas essas informações possam contribuir no planejamento de políticas públicas que visem minimizar os possíveis impactos dessas mudanças em segmentos importantes, como os econômicos, sociais e ambientais, contribuindo para a preservação e conservação dos biomas existentes, notadamente o Amazônico no Estado do Maranhão.

1.1 Objetivos

1.1.1 Geral

Elaborar o diagnóstico e caracterização do ambiente climático do bioma Amazônico no estado do Maranhão, com vistas ao planejamento ambiental, social e econômico da região.

1.1.2 Específicos

- a) Criar uma base de dados climáticos georreferenciados;
- b) Compreender os padrões de variabilidade espacial e temporal das chuvas e temperatura do ar;
- c) Avaliar a susceptibilidade da região aos efeitos da erosividade das chuvas;
- d) Avaliar a susceptibilidade da região a seca e ao processo de desertificação;
- e) Avaliar a disponibilidade hídrica da região;
- f) Avaliar os riscos climáticos para o cultivo agrícola;

- g) Identificar o potencial de aptidão climática para o cultivo agrícola;
- h) Desenvolver cenários climáticos de expectativas para anos secos, normais e chuvosos;
- i) Avaliar os cenários de mudanças climáticas obtidos por modelos regionais.

2 DADOS E MÉTODOS UTILIZADOS

2.1 Dados Utilizados

2.1.1 Diagnóstico climático

Inicialmente, foi realizado a aquisição, catalogação, processamento e análise (preenchimento de falhas e consistência) dos dados climáticos. Posteriormente, foram selecionados para compor a base de dados para a elaboração do diagnóstico climático 62 pontos de coleta de dados, sendo 36 no interior do Bioma Amazônico no estado do Maranhão e 26 adjacentes a área do bioma (18 no estado do Maranhão, 3 no estado do Tocantins e 5 no estado do Pará), conforme observado na Figura 1.

Os dados básicos utilizados foram os de precipitação pluvial e temperatura do ar, em seus totais mensais contemplando 30 anos de informação (1987 a 2016). Os dados de temperatura do ar, em virtude da baixa densidade da rede de coleta, foram obtidos através do banco de dados de temperatura média do ar a 2 metros de altura da GHCN (Global Historical Climatology Network) e CAMS (Climate Anomaly Monitoring System), órgão pertencentes a NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration).

Este conjunto de dados é diferente de alguns conjuntos de dados de temperatura de superfície existentes, pois, usa uma combinação de dois grandes conjuntos de dados individuais de observações de estação climatológicas de superfície coletados da Rede Histórica de Climatologia Global (versão 2) e do Sistema de Monitoramento de Anomalias Climáticas (GHCN + CAMS), assim ele pode ser regularmente atualizado quase em tempo real com várias estações e também usa alguns métodos de interpolação únicos, como a aproximação de interpolação de anomalias com taxas de variação de temperatura espaciais e temporais derivadas da Reanálise baseada em dados de observação para ajuste topográfico; o conjunto de técnicas utilizadas para geração desse banco de dados

consta no trabalho de Fan e van denDool (2008). O GHCN CAMS usa uma alta resolução (0,5x0,5), totalizando em uma grade 360x720 de latitude e longitude de temperaturas da superfície terrestre global analisadas de 1948 até quase o presente.

2.1.2 Cenários climáticos perspectivos (Anos secos, normais e chuvosos)

Os dados climáticos (precipitação pluvial e temperatura do ar) utilizados nessa etapa, bem como os procedimentos metodológicos adotados são os mesmos estabelecidos para o diagnóstico climático. A diferença é que nesta etapa os dados de chuvas foram analisados na visão de cenários, aqui denominados de perspectivos, ou seja, de possibilidades para condições de anos secos, normais e chuvosos.

2.1.3 Cenários climáticos prospectivos (Mudanças climáticas)

Para este estudo os dados climáticos utilizados para a avaliação dos cenários futuros de mudanças climáticas sobre a região do Bioma Amazônico no Estado do Maranhão foram a precipitação pluvial e a temperatura média do ar, obtidos a partir das simulações realizadas através do modelo regional de mudanças climáticas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE.

Os dados foram obtidos em pontos de grade, com resolução de 20 Km, conforme Figura 2. Posteriormente, foram extraídos para cada localidade os valores de precipitação e temperatura média do ar, levando em consideração suas coordenadas geográficas. Os dados climáticos simulados pelos modelos Eta-HadGEM2-ES e Eta-MIROC5, referem-se a séries do período chamado de clima presente ou “baseline”, na escala mensal, que se estende de 1961 a 2005. A projeção futura utilizada compreendeu um período de 40 anos, de 2020 a 2059.

Figura 1 - Distribuição espacial das estações climatológicas e postos pluviométricos utilizadas nas análises

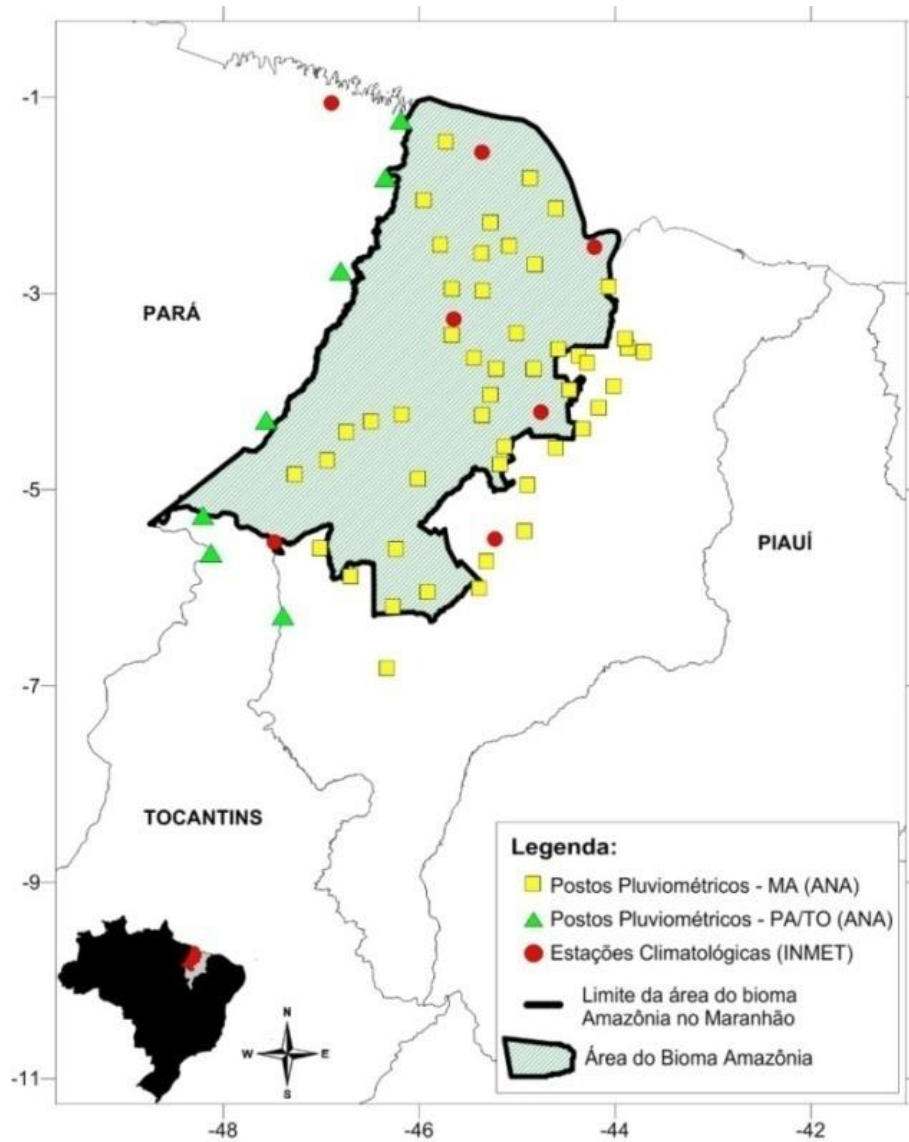
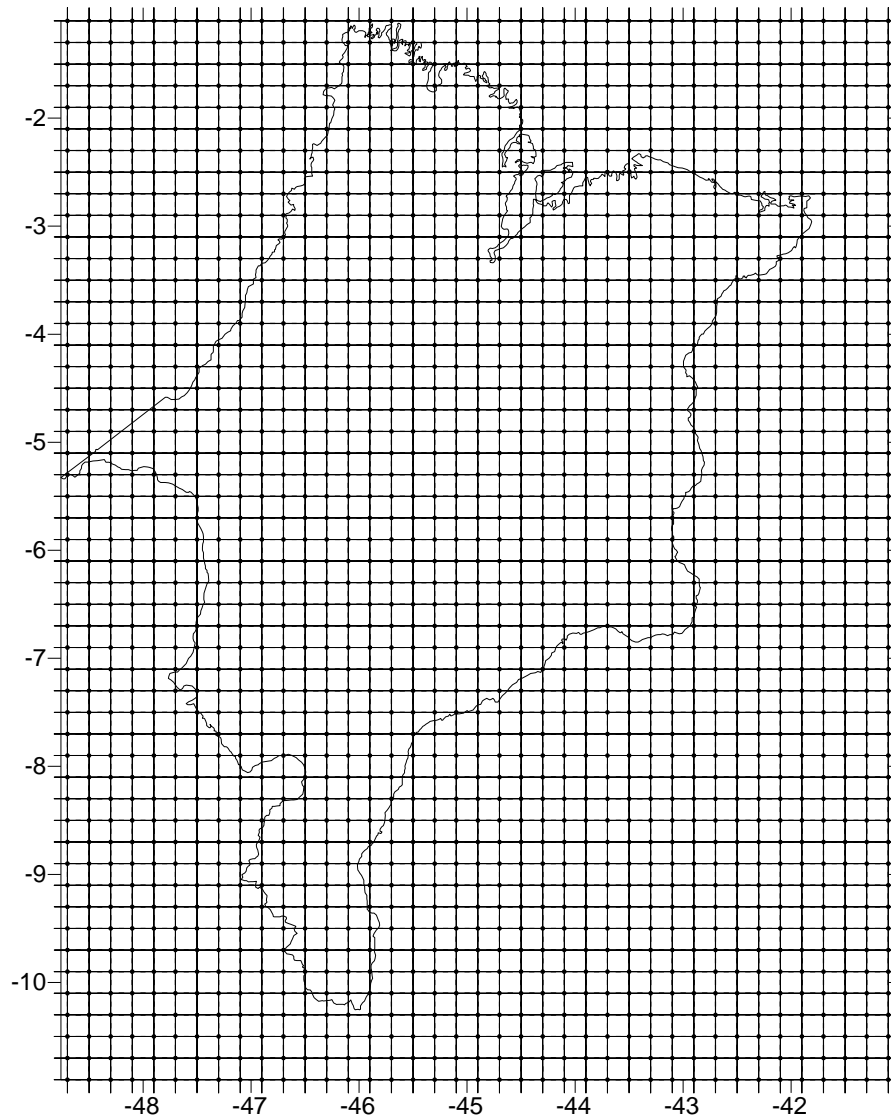


Figura 2 - Grade do modelo regional ETA com resolução de 20 Km.



2.2 Procedimentos Metodológicos

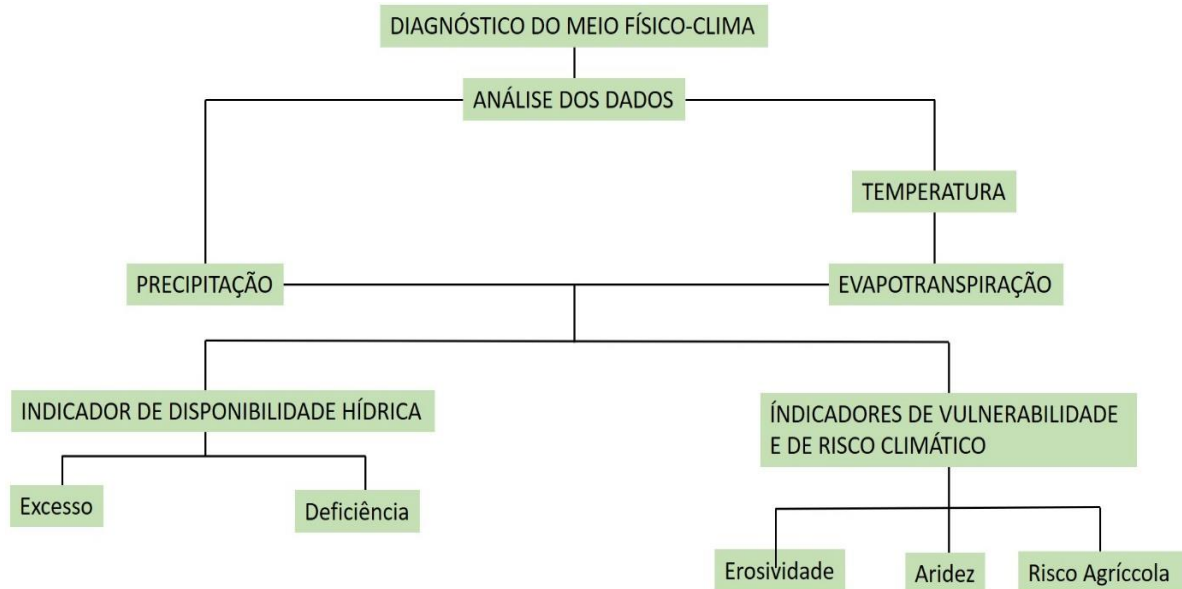
2.2.1 Diagnóstico Climático

Para o diagnóstico climático foram elaborados mapas temáticos mostrando a distribuição espacial dos principais elementos climáticos (precipitação pluvial e temperatura do ar), indicadores de seca (índice de aridez), processos erosivos (índice de erosividade das chuvas), disponibilidade hídrica (evapotranspiração, excesso e deficiência de água) e indicadores de risco climático para a definição das épocas de plantio para culturas de sequeiro.

Os dados de precipitação pluvial e temperatura do ar foram espacializados em seus valores mensais, sazonais (trimestrais) e anuais. Estes

dados serviram de base para a construção dos indicadores, conforme sequência descrita na Figura 3.

Figura 3 - Diagnóstico do meio físico



2.2.2 Cenários climáticos perspectivas (Anos secos, normais e chuvosos)

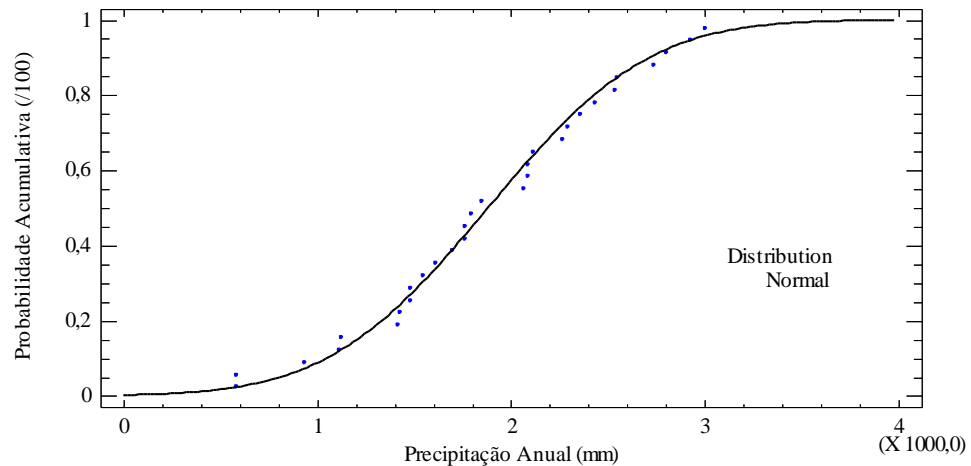
Para a construção dos cenários perspectivas, que define anos secos, normais e chuvosos, os dados de chuva foram submetidos a análise de frequência e teste de normalidade. O teste foi aplicado aos totais anuais de precipitação pluvial para cada localidade, sendo constatado o ajuste aproximado dos dados a distribuição normal, verificado pelo teste de Kolmogorov-Smirnov ao nível de significância de 95%, sendo esta utilizada na definição dos anos secos, normais e chuvosos.

A título de exemplo, a Figura 4 mostra o ajuste da curva normal aos dados anuais de chuvas para a localidade de Cururupu (posto 144002) para o período de 1987 a 2016 (30 anos). Foi adotada a probabilidade de 25% para a definição de anos secos e 75% para anos chuvosos; o intervalo entre esses dois níveis de probabilidade consiste em anos normais ou regulares com relação aos totais anuais de chuvas.

Para o referido posto, a probabilidade de 25% correspondeu a 1443 mm e a de 75% correspondeu a 2321mm. Então, para esta localidade, os anos com totais

anuais inferiores a 1443 mm foram considerados secos e acima de 2321 mm, anos considerados chuvosos. Os anos com totais anuais entre 1443 mm e 2321 mm foram considerados regulares ou normais.

Figura 4 - Critério para caracterização dos anos secos, regulares e chuvosos, segundo a distribuição dos totais anuais de chuva.



Este procedimento foi aplicado a todas as localidades utilizadas nas análises. Posteriormente, foram selecionados os anos secos, normais e chuvosos e uma nova base de dados foi criada para os respectivos anos. Os resultados foram descritos sazonalmente (a cada três meses e anualmente) e submetidos à análise espacial sobre a região do Bioma Amazônico no estado do Maranhão.

2.2.3 Cenários climáticos prospectivos (Mudanças climáticas)

Para a descrição do cenário climático futuro, foram utilizadas simulações baseadas no modelo climático regional ETA forçado por dois modelos climáticos globais, o HadGEM2-ES - Hadley Centre Global Environmental Model, version 2 Earth System (COLLINS et al., 2011; MARTIN et al., 2011) e o MIROC5 - Model for Interdisciplinary Research on Climate (WATANABE et al., 2010), e dois cenários baseados em forçantes radiativas denominadas de RCP - Representative Concentration Pathways (MOSS et al., 2010). Os RCPs abordam desde futuros otimistas, nos quais a forçante radiativa decorrentes de ações antrópicas é reduzida (RCP 2.6), até situações pessimistas (RCP 8.5), sendo o RCP 4.5 uma situação considerada intermediária. Neste estudo foram utilizados RCP 4.5 e RCP 8.5.

O cenário RCP 4.5 estabelece a estabilização da forçante radiativa pouco depois de 2100, porém mantendo os níveis de radiação a longo prazo igual ou abaixo de 4,5 W/m². Este cenário é consistente com a estabilização da demanda energética mundial, programas de reflorestamento fortes e políticas climáticas rigorosas. Com relação às emissões de gases efeito estufa, a projeção de estabilização das emissões de metano, porém com leve aumento das emissões de CO₂ até 2040, com valor máximo atingido de 650 ppm equivalente na segunda metade do século XXI.

Por outro lado, o cenário RCP 8.5 projeta um futuro com crescimento contínuo da população e desenvolvimento tecnológico lento, com acentuadas emissões de CO₂. Este cenário é sombrio, o mais pessimista para o século XXI em termos de emissões de gases do efeito de estufa, sendo consistente com uma política que não priorizará a redução das emissões, com uma forte dependência de combustíveis fósseis.

O HadGEM2-ES é um modelo climático global da categoria de sistemas terrestres desenvolvido pelo Hadley Center. A resolução é de cerca de 1,875 graus de longitude e 1,275 graus de latitude e 38 níveis na atmosfera. Possui esquema de vegetação dinâmica com representação do ciclo de carbono. O MIROC5 é um modelo de resolução oceânica de cerca de 150 km na horizontal e 40 níveis na vertical.

O modelo Eta foi desenvolvido na Universidade de Belgrado, e é empregado operacionalmente pelo National Centers for Environmental Prediction (NCEP) (BLACK, 1994; MESINGER et al., 2012). No Brasil o modelo Eta vem sendo aplicado pelo CPTEC/INPE (Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) para previsão do tempo e estudos sobre cenários exploratórios de mudanças climáticas futuras em diferentes escalas de tempo e resoluções espaciais (CHOU; BUSTAMANTE; GOMES, 2005; CHOU et al., 2014a).

As projeções de clima presente obtida pelos modelos, compreendeu o período de 1961 a 2005, enquanto que os dados médios observados, obtidos das estações meteorológicas, compreendeu o período de 1987 a 2016. Portanto, para a análise da concordância e desempenho do modelo em relação aos dados observados foi analisado o período de 1987 a 2005.

As projeções futuras foram realizadas para os próximos 40 anos e em intervalos de 10 anos (décadas), 2020-2029; 2030-2039; 2040-2049; 2050-2059, com descrição sazonal a cada três meses e anual, contemplando as variáveis precipitação pluvial e temperatura do ar.

Para avaliar as projeções futuras da precipitação pluvial e temperatura média do ar os valores foram comparados com período de tempo presente (histórico) obtidos pelos modelos (1961-2005). Com relação à temperatura média do ar a avaliação foi obtida através da diferença entre a temperatura média do ar, obtida pela projeção, e a temperatura média do ar obtida pela simulação do modelo regional de previsão climática (definido após a análise de exatidão e desempenho). Por outro lado, as análises de precipitação pluvial foram realizadas com base no Desvio Percentual (DP), obtido pela expressão:

$$DP = ((P_{\text{projeção}} - P_{\text{tempo presente}}) / P_{\text{tempo presente}}) * 100$$

em que: $P_{\text{projeção}}$, corresponde as projeções futuras para o período entre 2020-2059; $P_{\text{tempo presente}}$, que corresponde ao período de simulação compreendido entre 1961 e 2005.

Para avaliar a variabilidade espacial dos desvios de temperatura média do e precipitação pluvial, das projeções, em relação ao tempo presente obtidos pelo modelo, os mesmos foram espacializados sobre a região do Bioma Amazônico no estado do Maranhão.

A nova série de dados para a composição dos cenários futuros foram obtidas somando-se os valores climatológicos observados entre 1987 e 2016 com os desvios obtidos.

A partir das novas séries de dados de precipitação pluvial e temperatura média do ar, que constituíram os cenários de mudanças climáticas, foram obtidos a evapotranspiração potencial e os indicadores de vulnerabilidade com relação a erosividade das chuvas, disponibilidade hídrica e condições de aridez.

A partir das matrizes de dados geradas pelas análises foram construídos os mapas prospectivos, que mostram a distribuição espacial dos desvios de chuva e temperatura média do ar, bem como, os indicadores de vulnerabilidade. A metodologia refere-se à mesma aplicada no diagnóstico.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Diagnóstico Climático

3.1.1 Precipitação Pluvial

A distribuição espacial das chuvas ao longo do Bioma Amazônico no estado do Maranhão é condicionada pela atuação de diferentes sistemas produtores de tempo, que atuam sobre áreas específicas e em meses diferentes do ano. Os dois principais sistemas produtores de chuvas são a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que atua predominantemente na parte Norte da região e a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), mais efetiva na parte Sul. A atuação desses sistemas fica evidente, observando-se a distribuição espacial das chuvas ao longo da área delimitada do bioma.

Na parte Norte, concentram-se os maiores volumes pluviométricos, com totais anuais superiores a 2.000 mm. Por outro lado, na parte Sul os totais anuais são inferiores a 1.500 mm.

A distribuição sazonal das chuvas revela que no trimestre janeiro, fevereiro e março, os totais pluviométricos variam entre 460 mm, na parte Sul e acima de 960 mm, na parte Norte da região.

No trimestre abril, maio e junho, o padrão espacial das chuvas permanece o mesmo, os maiores totais no Norte e os menores no Sul da região, porém com alteração em relação aos totais pluviométricos. Os totais pluviométricos variam entre 1.100 mm, no Norte a 100 mm, no Sul da região.

O trimestre julho, agosto e setembro é o mais seco da região, com totais pluviométricos que variam entre 10 mm, na parte Sul e 250 mm, na parte Noroeste da região.

No trimestre outubro, novembro e dezembro, observa-se inversão dos totais de chuvas entre o Norte e o Sul da região. Este trimestre marca o início das chuvas na parte Sul da região do bioma, enquanto que a parte Norte se encontra no trimestre mais seco do ano, com totais variando entre 160 mm e 40 mm, respectivamente.

3.1.2 Temperatura do ar

Na região do Bioma Amazônico maranhense, a temperatura média anual do ar é de 27,3 °C, apresentando as maiores temperaturas do ano em torno de 27,8 °C, nos municípios de São Luis, Itapecuru Mirim (Miranda) e (Lago Açu) em Vitória do Mearim, respectivamente. Por outro lado, os menores registros médios anuais da temperatura do ar são verificados na Fazenda São Vicente em Grajaú com 25,7. °C.

3.1.3 Evapotranspiração potencial

No bioma em estudo, os totais anuais de evapotranspiração potencial são de 1.812,51 milímetros (mm), apresentando as maiores taxas evaporativas anuais em Lago Açu no município de Vitória do Mearim, com registro de 1.952,76 mm. Por outro lado os menores registros anuais de evapotranspiração potencial ocorrem na Fazenda São Vicente em Grajaú com o registro de 1.477,63 mm.

3.1.4 Excesso hídrico

O Excesso hídrico indica a quantidade de água que precisa ser drenada para que o solo atinja a umidade na capacidade de campo. A distribuição espacial do excesso hídrico sobre a área do bioma, indica que os maiores totais se concentram no Norte da região, com volumes superiores a 800 mm, e os menores na parte Sudeste, com volumes inferiores a 100 mm.

Os excedentes hídricos são mais elevados no primeiro semestre do ano. O primeiro trimestre (janeiro, fevereiro e março) e o segundo trimestre (abril, maio e junho), mantém o padrão do comportamento anual, com os maiores volumes de água em excesso, atingindo 450 mm no Norte e os menores no Sudeste da região, com volume abaixo de 50 mm.

No trimestre julho, agosto e setembro, o excesso de água no solo se concentra apenas no Norte e Oeste da região do bioma, com volumes inferiores a 100 mm. No quarto trimestre (outubro, novembro e dezembro), não se observa excesso de água sobre a região.

3.1.5 Deficiência hídrica

A deficiência hídrica surge quando a demanda hídrica estabelecida pela evapotranspiração potencial é superior à oferta de água pela chuva, refere-se à quantidade de água necessária, que precisa ser repostada, para que a umidade do solo atinja a capacidade de campo.

A deficiência hídrica anual é mais acentuada na parte Leste do bioma, varia entre 400 mm, no Noroeste da região a 900 mm, no Sudeste.

Em relação a distribuição sazonal, considerando o acumulado trimestral observa-se variabilidade espacial da deficiência hídrica. No primeiro trimestre do ano (janeiro, fevereiro, março), a deficiência hídrica é menor no Centro-Norte da região e maior, com perdas de até 180 mm, no Sul/Sudeste da Região. No trimestre abril, maio e junho não são observados deficiência de água no solo.

Observa-se, portanto, a sazonalidade da disponibilidade hídrica sobre a região do Bioma Amazônico no estado do Maranhão. No primeiro semestre do ano à boa disponibilidade de água, em função do grande volume de chuvas, principalmente na porção Centro-Norte e no segundo semestre a demanda pela evapotranspiração é maior que a oferta de chuvas, o que mantém a região em estado de deficiência hídrica.

3.1.6 Índice de erosividade

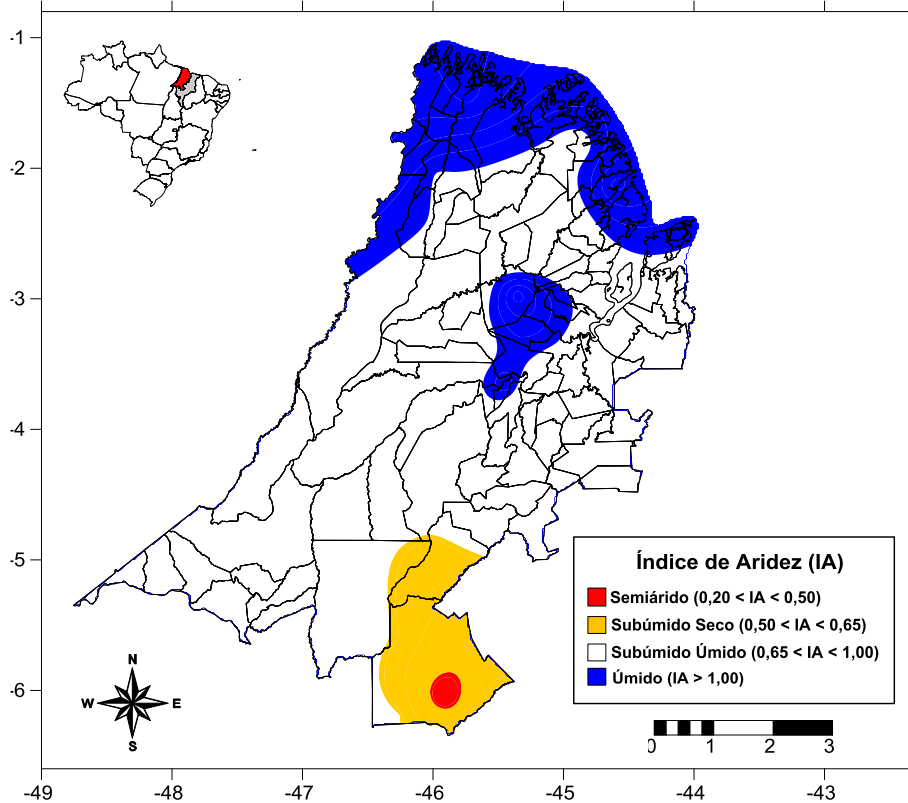
Na região do Bioma Amazônia do Estado do Maranhão, os índices de erosividade médias anuais são de $11.749,7 \text{MJmm}^{-1} \text{ha ano}^{-1}$, apresentando as maiores intensidades em Guimarães $18.048,8 \text{MJmm}^{-1} \text{ha ano}^{-1}$ e menores intensidades na Fazenda Piranhas em Grajaú com $4.736,0 \text{MJmm}^{-1} \text{ha ano}^{-1}$.

3.1.7 Índice de Aridez

Analisando os índices de aridez na Figura 5, observa-se que grande parte do Bioma Amazônico no estado do Maranhão, pertence ao clima de categoria subúmido úmido (cor em branco). Entretanto, além deste tipo climático, encontrou-se mais três: os extremos norte e noroeste e parte da baixada maranhense pertencem ao tipo climático úmido (cor em azul), segundo descrito na metodologia de Penman

(1953). Já a região extremo sul do Bioma amazônico pertence as categorias: subúmida seca (cor laranja) e semiárido (cor vermelha), sendo que nesta última categoria está incluído apenas o município de Grajaú na estação da Fazenda Piranhas.

Figura 5 - Espacialização do índice de aridez no Bioma Amazônia Maranhense



3.1.8 Risco climático para culturas de sequeiro

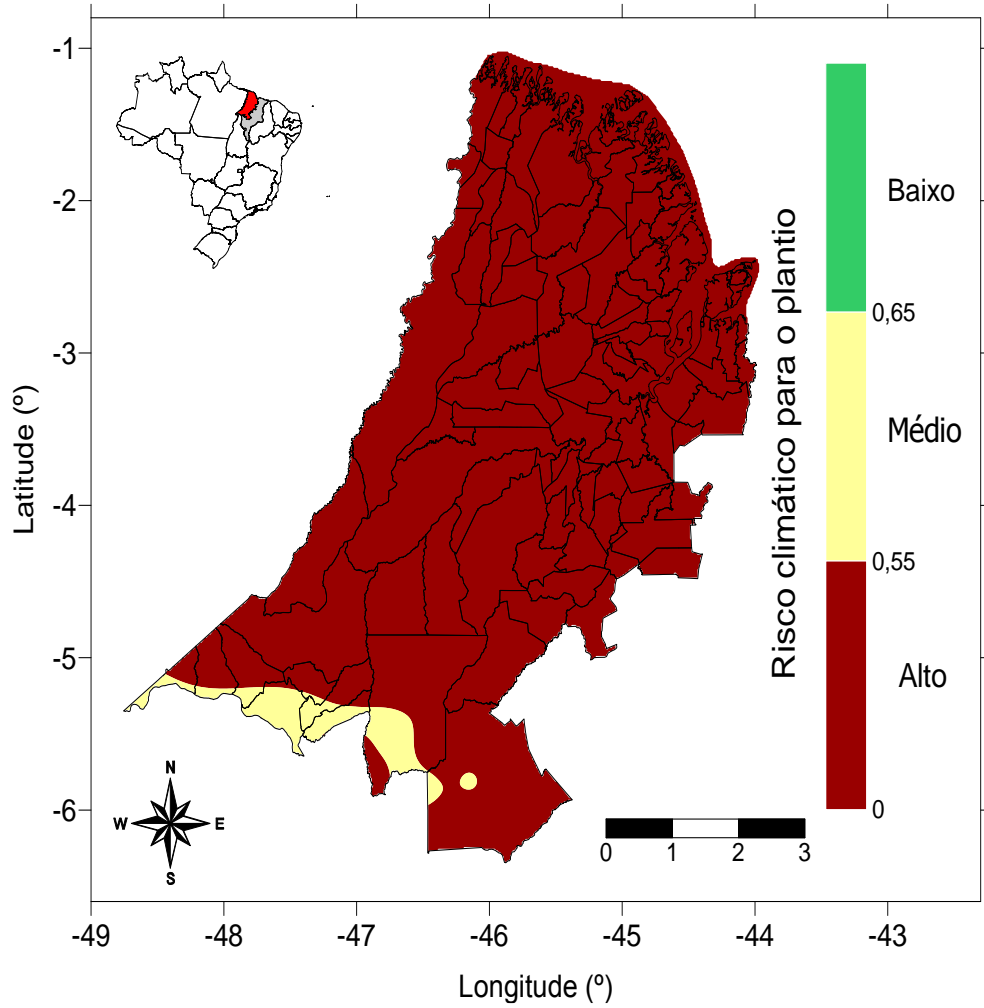
A análise de risco climático consiste na identificação das melhores épocas de plantio de forma a minimizar o risco de perdas de produtividade agrícola. Neste estudo, foi avaliado a disponibilidade de água para as culturas na fase de floração e enchimento de grãos, fase mais sensível as necessidades de água.

As análises foram realizadas considerando 3 tipos de solos: o arenoso, textura média e argiloso. Em função da grande quantidade de mapas gerados, serão apresentadas aqui apenas os resultados referentes à cultura da soja com apenas seis datas de plantio, correspondendo ao primeiro decêndio dos meses de outubro a março, para o solo de textura média.

3.1.8.1 *Cultura da Soja*

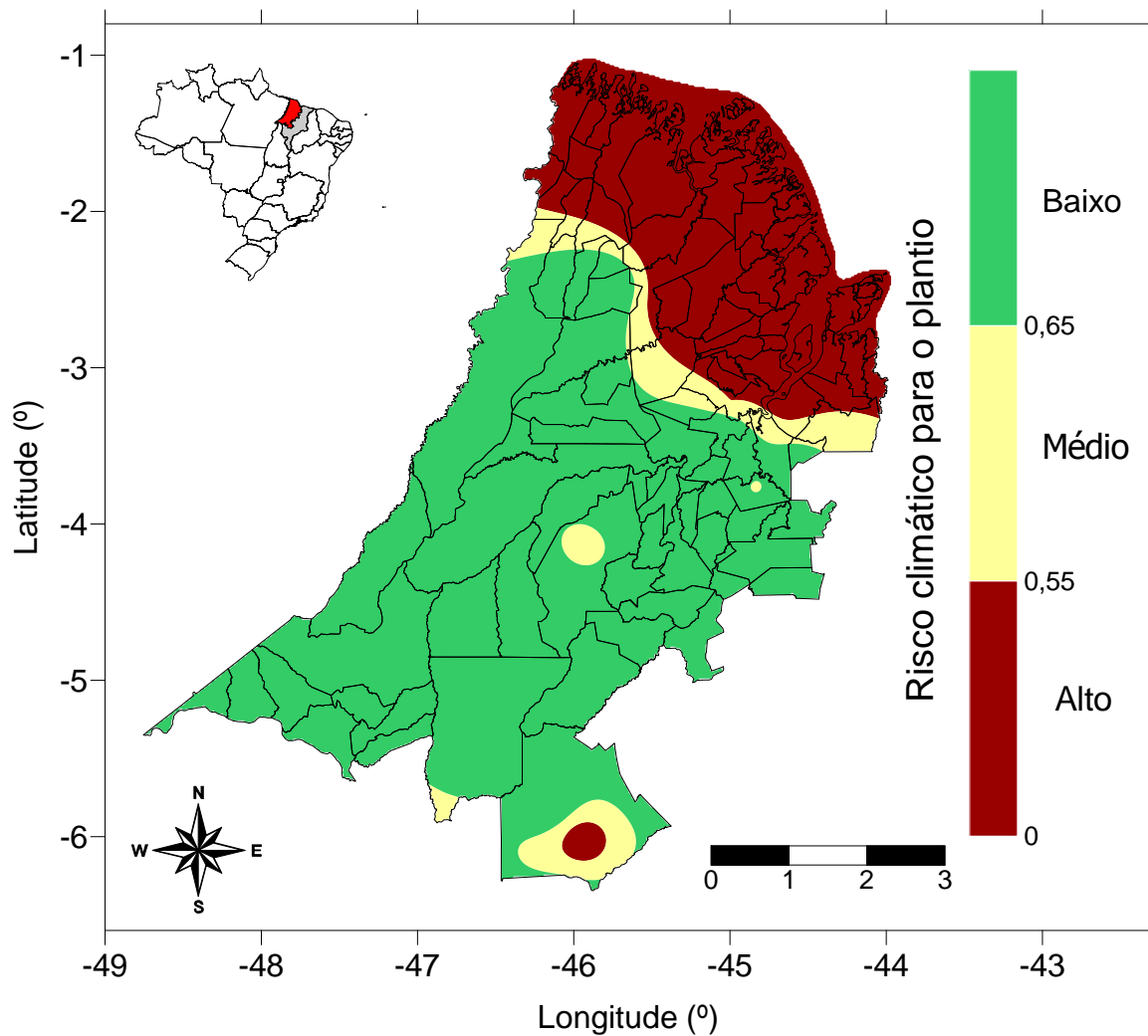
O cultivo da soja é pouco explorado na região do Bioma amazônico no estado do Maranhão. No primeiro decêndio de outubro as condições climáticas não se mostram favoráveis ao plantio da soja em toda a região, exceto em uma pequena área no extremo sul da região que apresenta condições intermediárias, onde o plantio pode ser realizado com restrições (Figura 6).

Figura 6 - Plantio da soja no primeiro decêndio de outubro para solos de textura média



No primeiro decêndio de novembro, Figura 7, o plantio é recomendado sem restrição em grande parte da região, apenas o extremo Norte encontra-se em condições de alto risco para o plantio.

Figura 7 - Plantio da soja no primeiro decêndio de novembro para solos de textura média



No primeiro decêndio de dezembro, Figura 8, o plantio é recomendado em toda a região. O risco de ocorrer falta de água para a cultura na fase de floração e enchimento de grãos é baixo para o plantio na referida data. Observa-se também padrão espacial similar para o plantio em janeiro (Figura 9).

Figura 8 - Plantio da soja no primeiro decêndio dezembro para solos de textura média

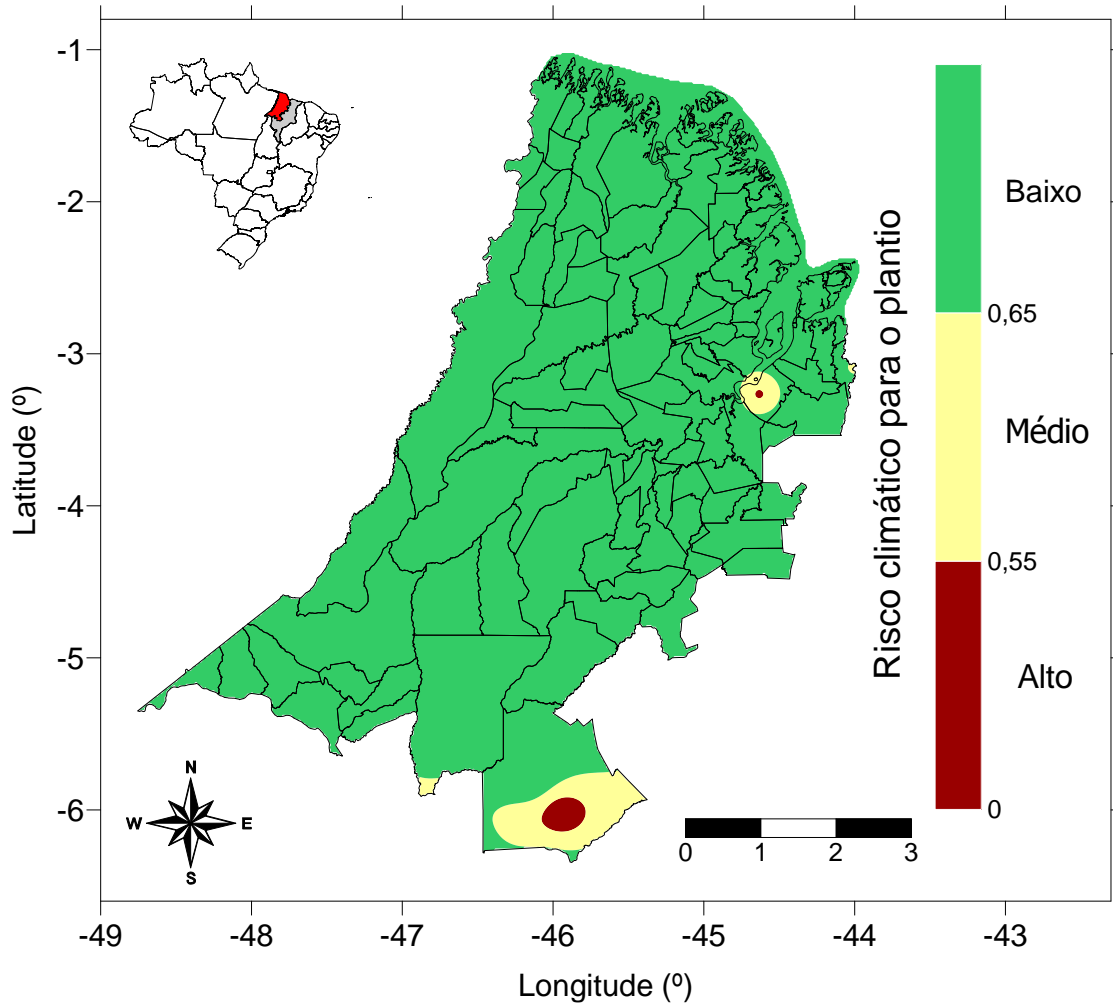
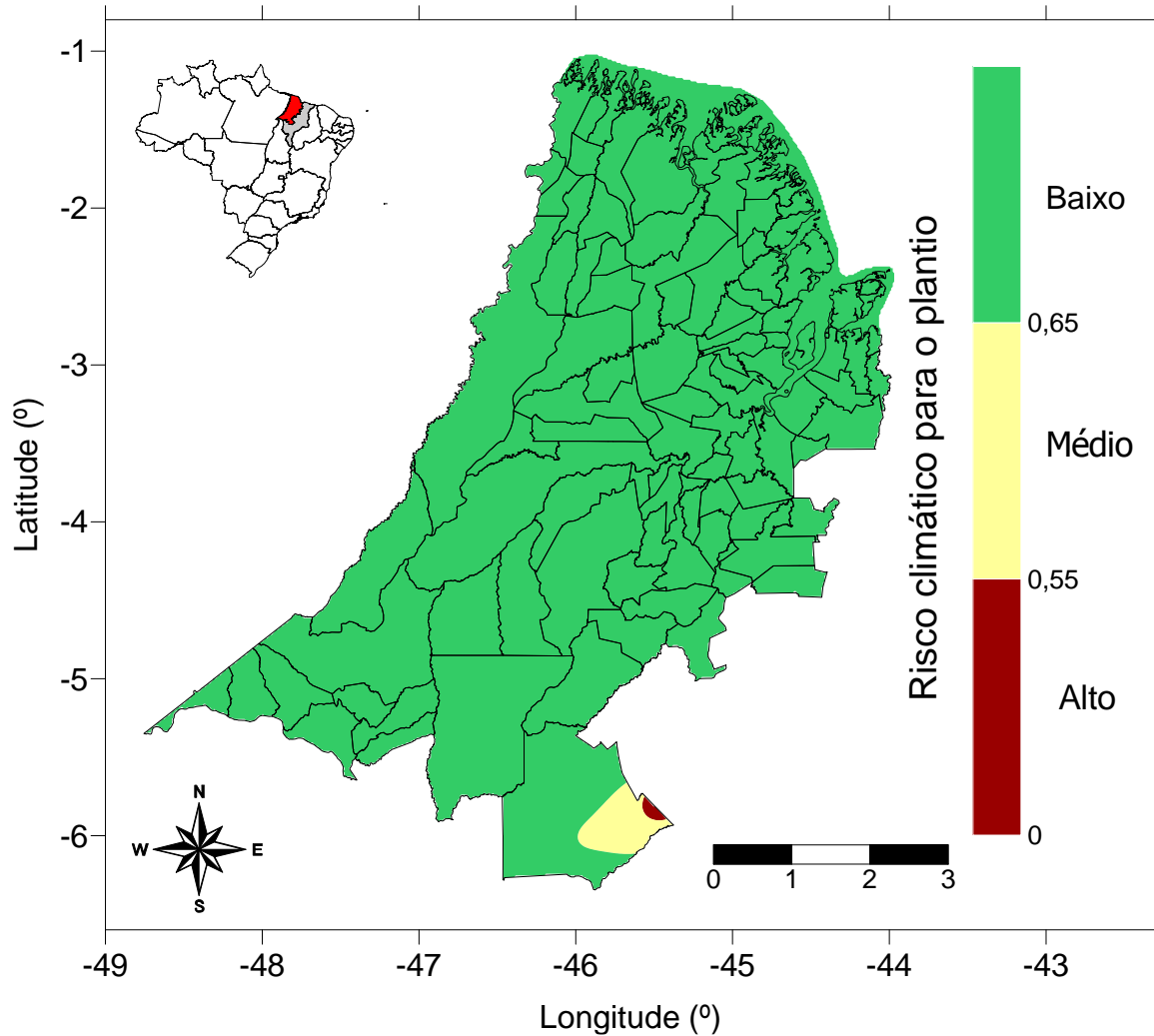
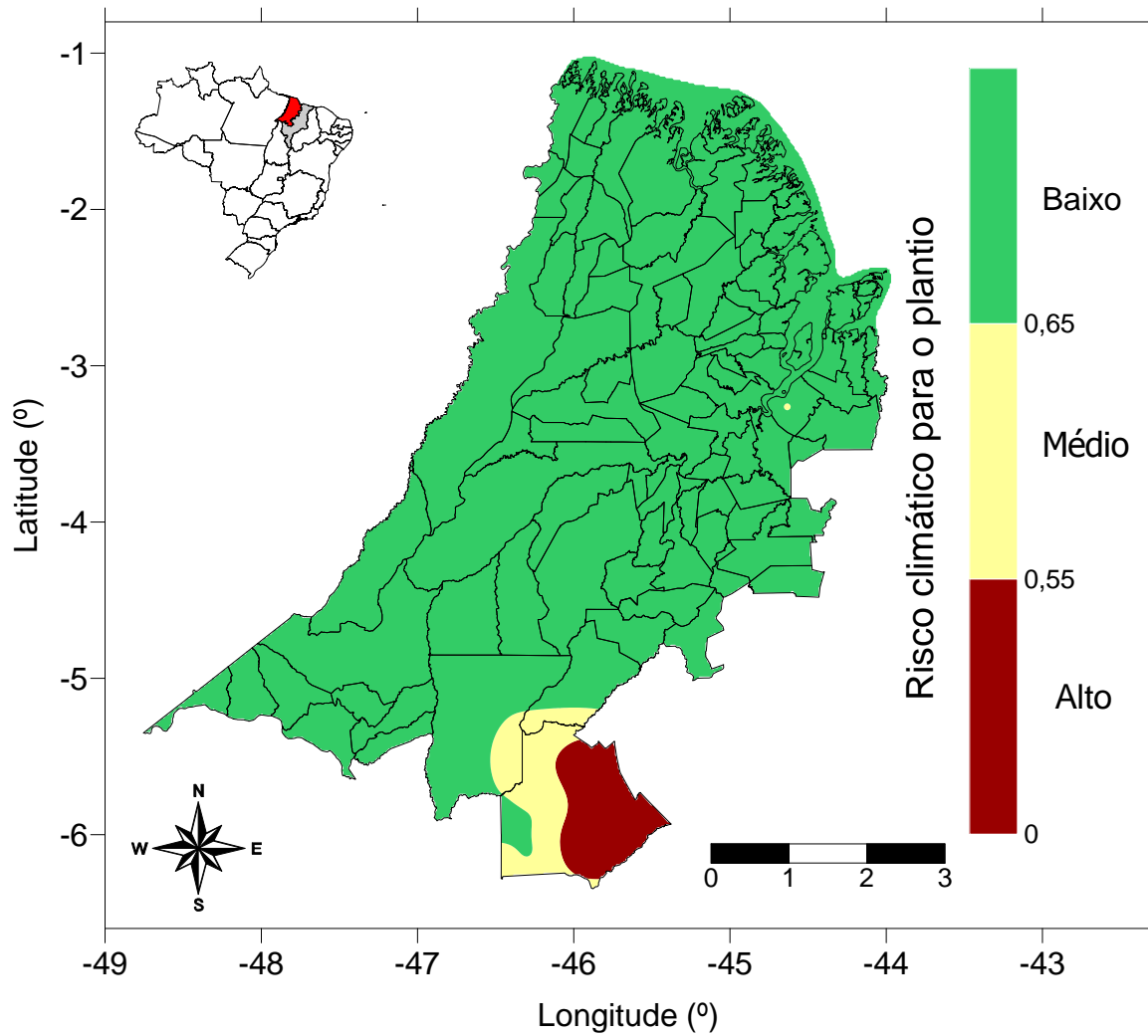


Figura 9 - Plantio da soja no primeiro decêndio de janeiro para solos de textura média



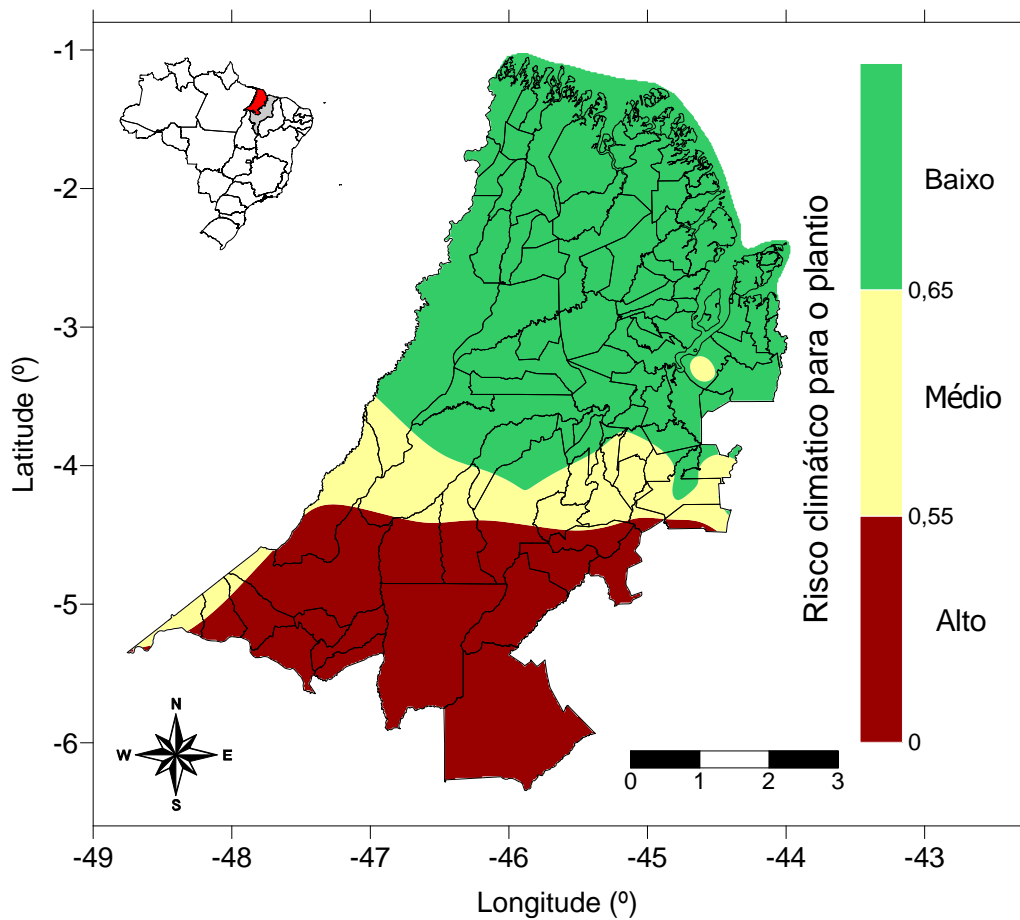
O plantio no primeiro decêndio de fevereiro sofre restrição apenas no sudeste da região do bioma. Na fase de floração e enchimento de grãos, nessa região, a disponibilidade de água para a manutenção normal do ciclo produtivo deve ser afetada, o que restringe o seu plantio no referido decêndio (Figura 10).

Figura 10 - Plantio da soja no primeiro decêndio de fevereiro para solos de textura média



No primeiro decêndio de março, Figura 11, há expansão da área com restrição para o plantio abrangendo o Centro-Sul da região. Apenas a parte Norte continua com condições favoráveis ao plantio da soja.

Figura 11 -Plantio da soja no primeiro decêndio de março para solos de textura média



3.2 Cenários Perspectivos (Anos secos, normais e chuvosos)

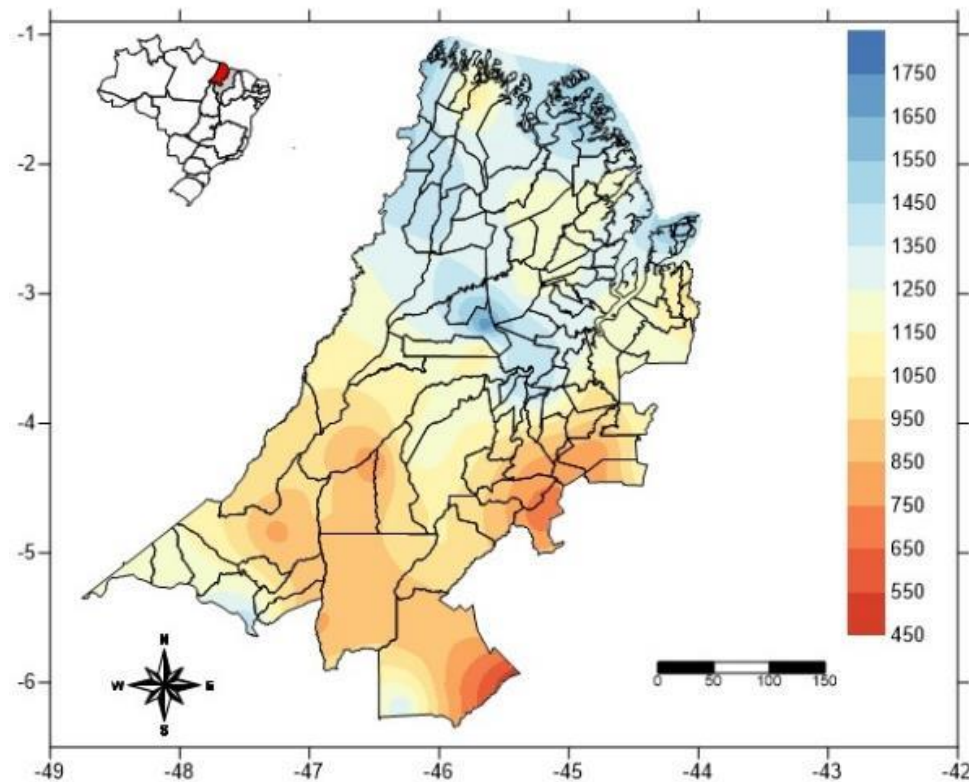
3.2.1 Precipitação Pluvial

Seguindo a metodologia proposta, foram estabelecidos, em média 7 anos secos, 15 anos normais e 8 anos chuvosos dentro do Bioma Amazônico maranhense, aos quais foram separados, calculadas as médias e somadas para o estabelecimento dos trimestres e dos totais anuais cenarizados na perspectiva dos mapas. Neste Sumário serão comentados apenas os mapas médios anuais.

3.2.1.1 Anos secos

Os totais médios anuais para anos secos, mostrados na Figura 12, indicam índices pluviométricos superiores a 1750 mm, principalmente no norte do bioma, enquanto que no sul foram encontrados valores mínimos de 450 mm.

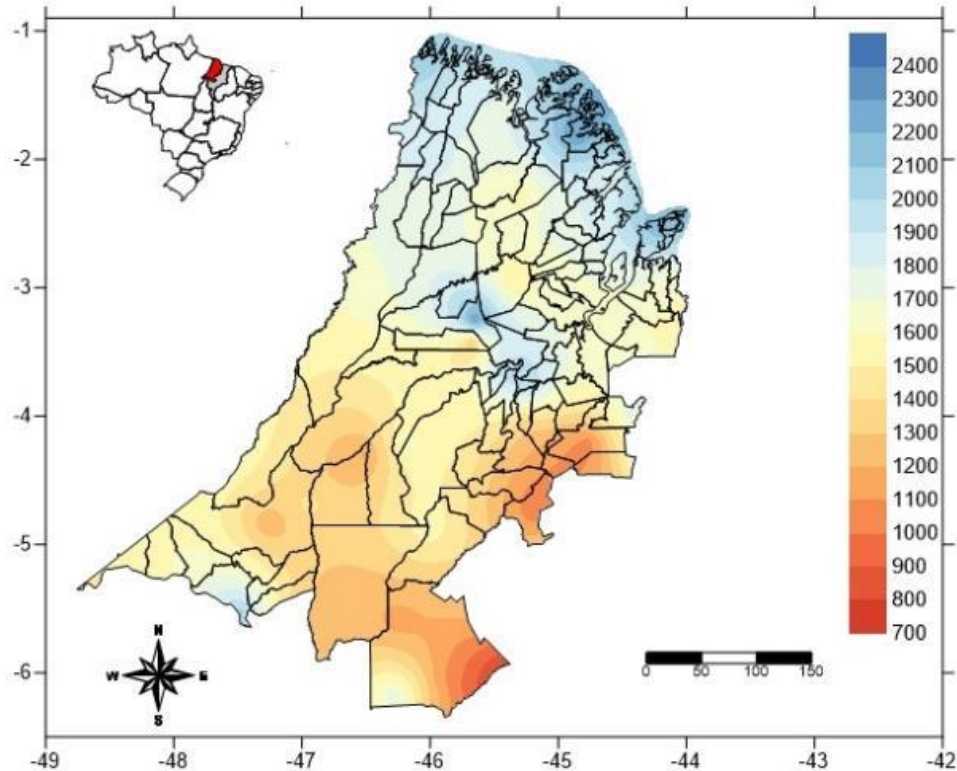
Figura 12 - Total médio anual de precipitação para anos secos



3.2.1.2 Anos normais

Para os anos normais, apresentado na Figura 13, os valores se aproximam aos da climatologia, porém, os mapas subsequentes de chuvas para anos normais não são mapas climatológicos e sim cenarização de anos que apresentam valores normais segundo a metodologia proposta. Nesta figura, observa-se valores de precipitação anuais superiores a 2000 mm, principalmente, no setor norte do bioma e valores abaixo de 1500 mm mais ao sul com valores abaixo de 900 mm no extremo sul.

Figura 13 - Total médio anual de precipitação dos anos normais.



3.2.1.3 Anos Chuvosos

O total anual médio dos anos chuvosos, mostrado na Figura 14, não apresentou chuvas abaixo de 1.000 mm, onde os valores mínimos ficaram na ordem de 1.200 mm no extremo sul do bioma. Já ao norte não houve precipitação inferior a 2.000 mm, onde foram registrados precipitação de até 4.000 mm em alguns pontos.

Em síntese, para avaliar o impacto dos cenários secos, normais e chuvosos no regime de chuvas da região do bioma, fez-se a comparação em relação a climatologia das chuvas, conforme representado na Figura 15.

Figura 14 - Total médio anual de precipitação dos anos chuvosos

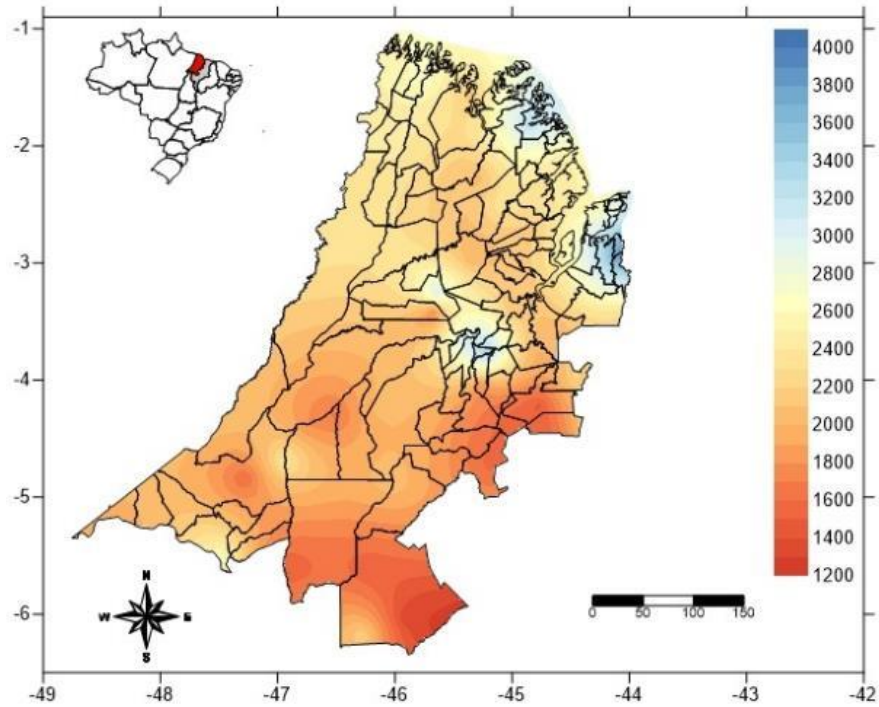
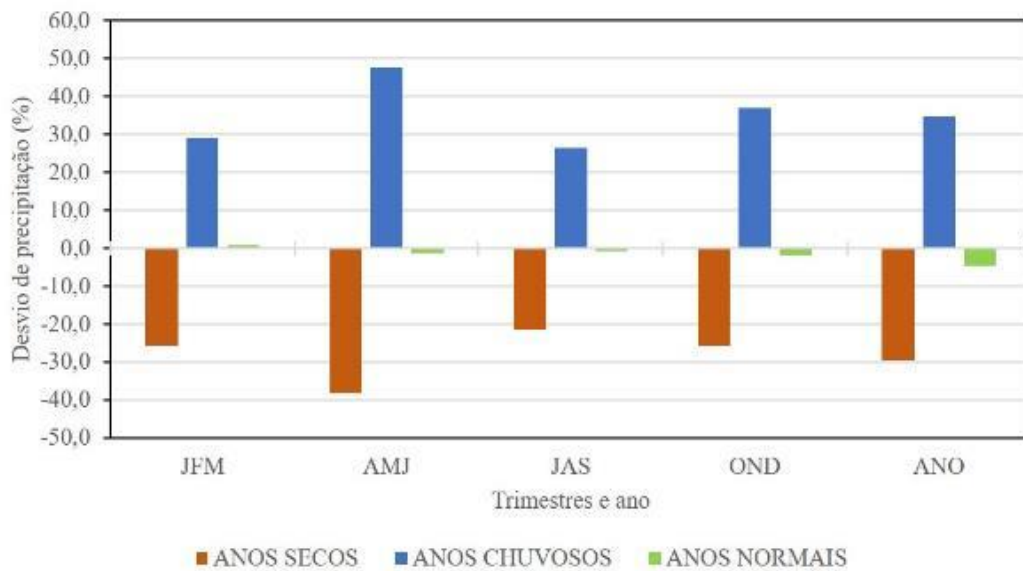


Figura 15 - Desvio Percentual de precipitação dos anos secos, normais e chuvosos em relação à climatologia para a região do Bioma Amazônico no estado do Maranhão

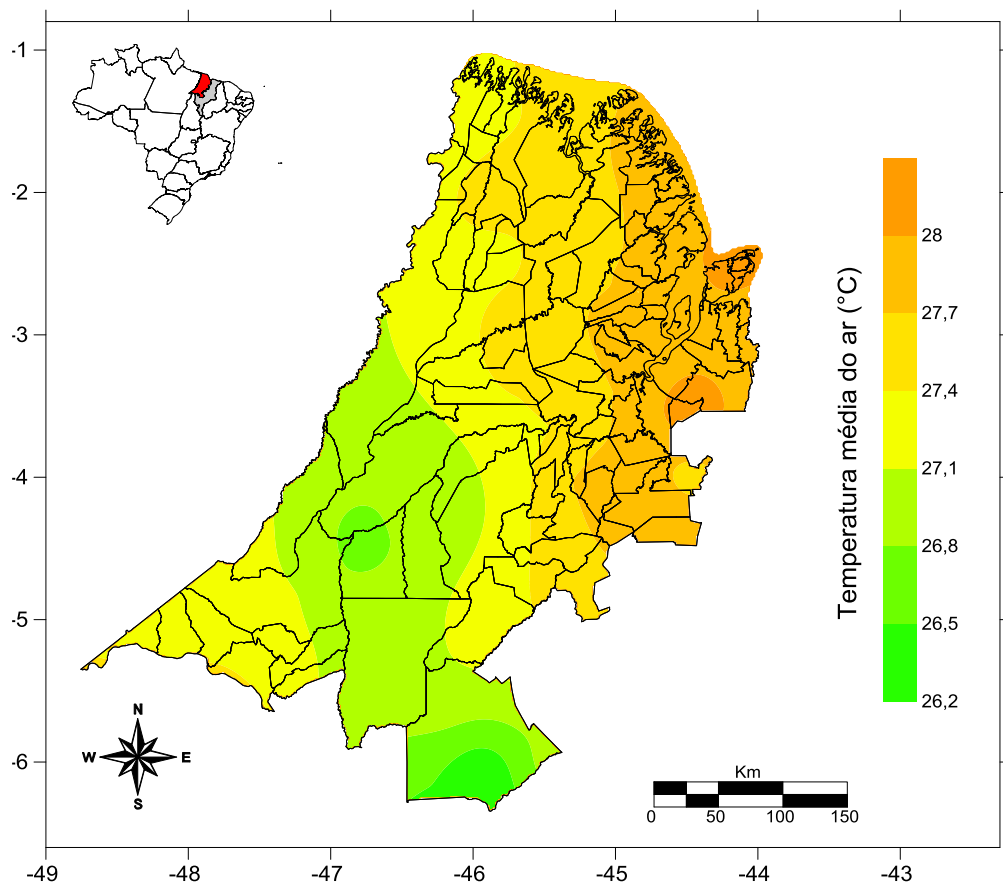


3.2.2 Temperatura do ar

3.2.2.1 Anos secos

Na Figura 16, a média da região do Bioma Amazônia, em anos considerados secos, porque os registros de pluviometria são inferiores a 25% da climatologia, as temperaturas médias anuais do ar são 27,4 ° C, apresentando as maiores temperaturas do ano para estas condições pluviométricas, sobre as regiões de cor laranja, a leste do Bioma Amazônia, com até 28,2 ° C. Por outro lado, os menores registros médios anuais de temperatura média do ar para anos secos são verificados na região sul sobre as áreas em verde mais escuro com até 25,9 ° C.

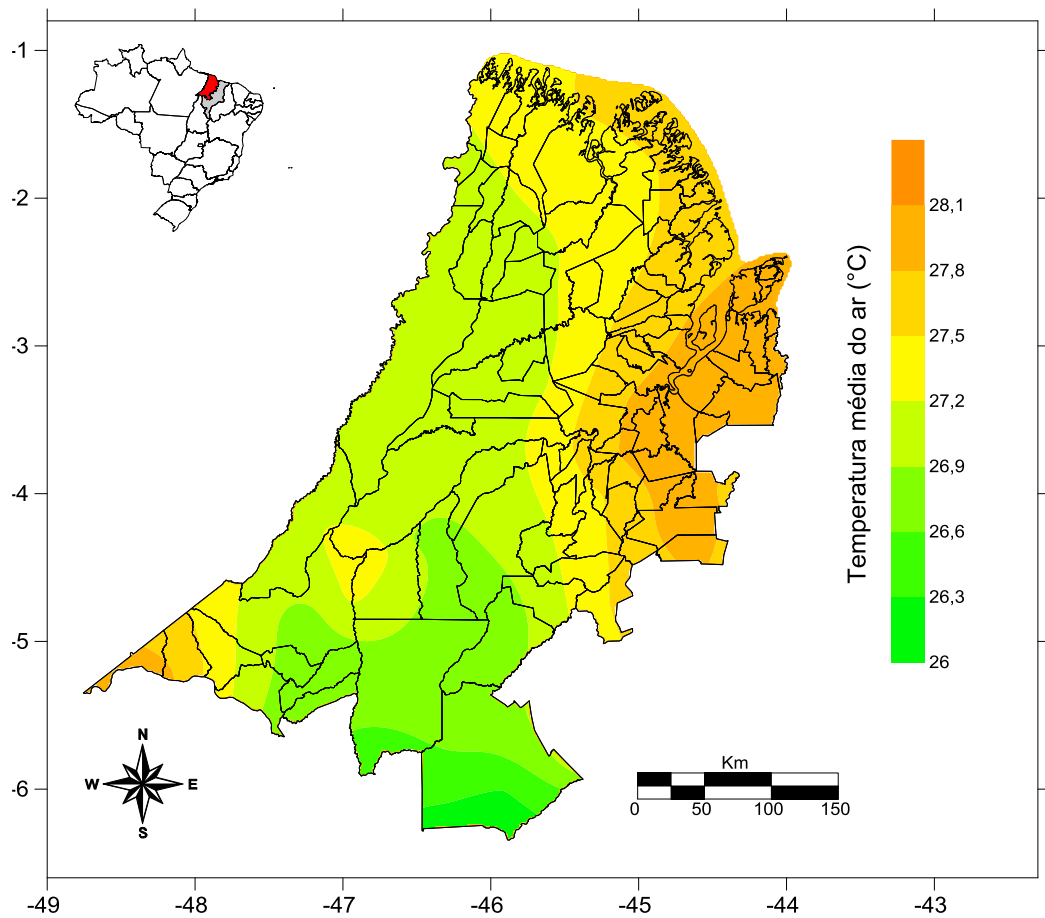
Figura 16 - Cenário anos secos: Temperatura do ar média anual



3.2.2.2 Anos normais

Na Figura 17, na média da região do Bioma Amazônia, em anos normais, as temperaturas médias anuais do ar são 27,3 ° C, apresentando as maiores temperaturas do ano nas regiões em laranja com até 28,0 ° C. Por outro lado, os menores registros médios anuais da temperatura média do ar são verificados na região sul sobre as áreas em verde mais escuro com até 25,6 ° C.

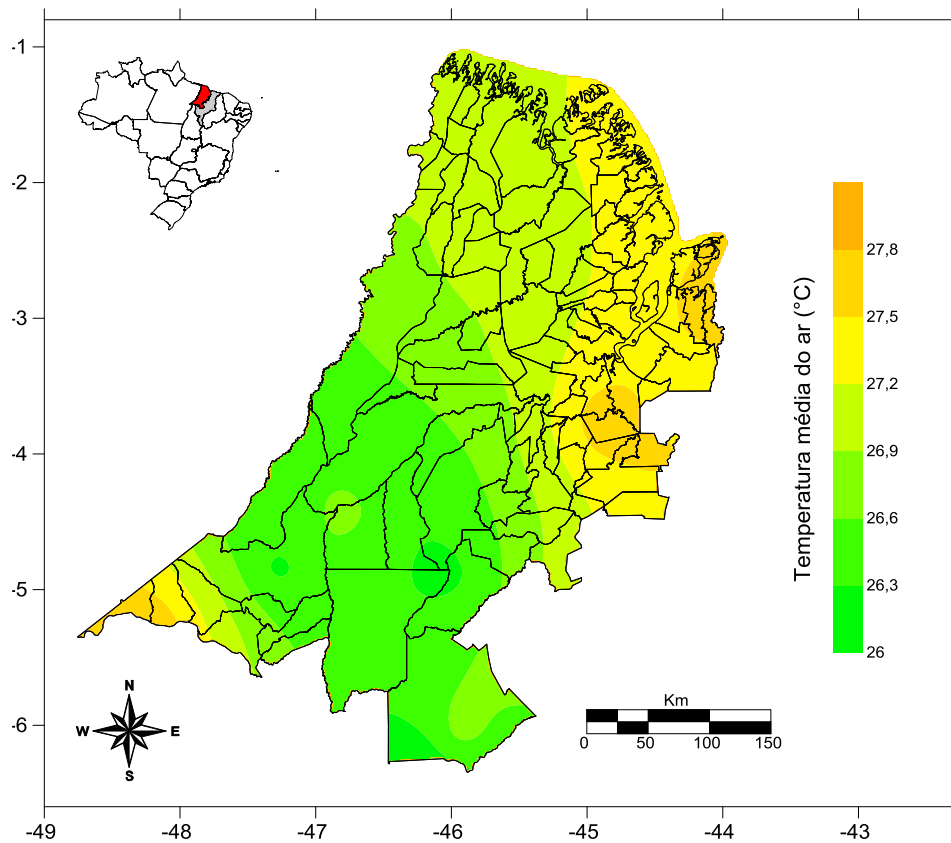
Figura 17 - Cenário anos normais: Temperatura do ar média anual



3.2.2.3 Anos Chuvosos

Na Figura 18, na média da região do Bioma Amazônia, em anos considerados chuvosos, as temperaturas médias anuais do ar são 27,0 ° C, apresentando as maiores temperaturas do ano para anos chuvosos, a leste no Bioma Amazônia na região de cor vermelha, com até 27,8 ° C. Por outro lado, os menores registros médios anuais de temperatura média do ar para anos chuvosos são verificados nas regiões em verde mais escuro com até 25,6 ° C.

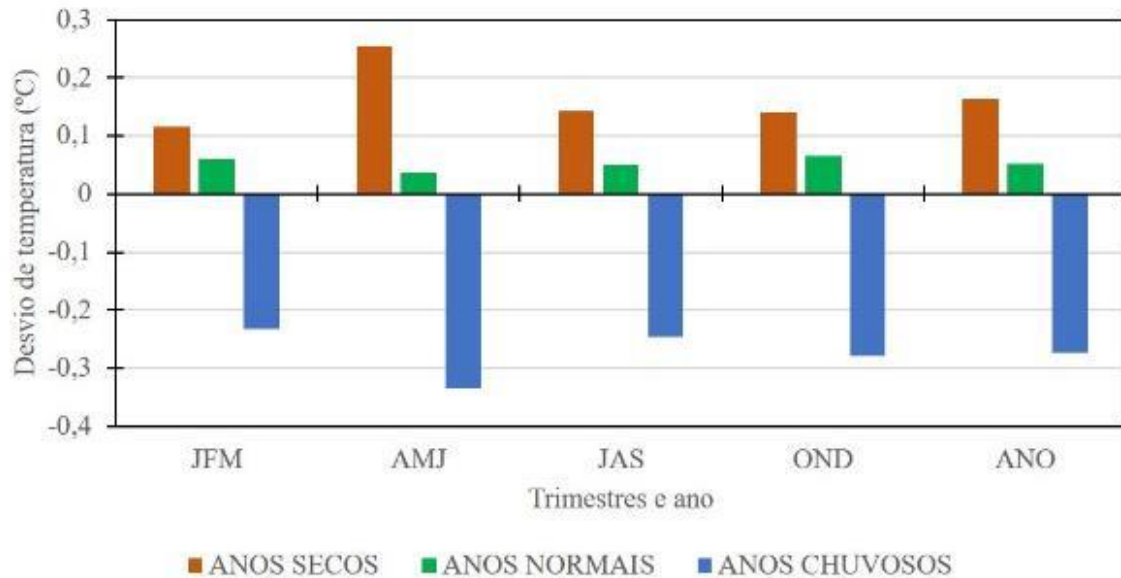
Figura 18 - Cenário anos chuvosos: Temperatura do ar média anual



Conforme sintetizado na Figura 19, os anos considerados normais ou regulares e secos são em média ligeiramente mais quentes que a climatologia. Nos anos normais o acréscimo de temperatura do ar em relação a climatologia variou entre 0,03°C, no trimestre AMJ a 0,06°C, no trimestre JAS. No ano o aquecimento médio para anos normais foi de apenas 0,05°C. Nos anos considerados secos, a temperatura média anual foi 0,16°C mais quente que a climatologia, com variação entre 0,11°C, no trimestre JFM e 0,25°C, no trimestre AMJ. Nos anos chuvosos,

observa-se queda na temperatura do ar, com redução anual de 0,27°C e variação entre 0,23°C, no trimestre JFM e 0,33°C, no trimestre AMJ.

Figura 19 - Desvio de temperatura do ar nos anos secos, normais e chuvosos em relação a climatologia para a região do Bioma Amazônico no estado do Maranhão

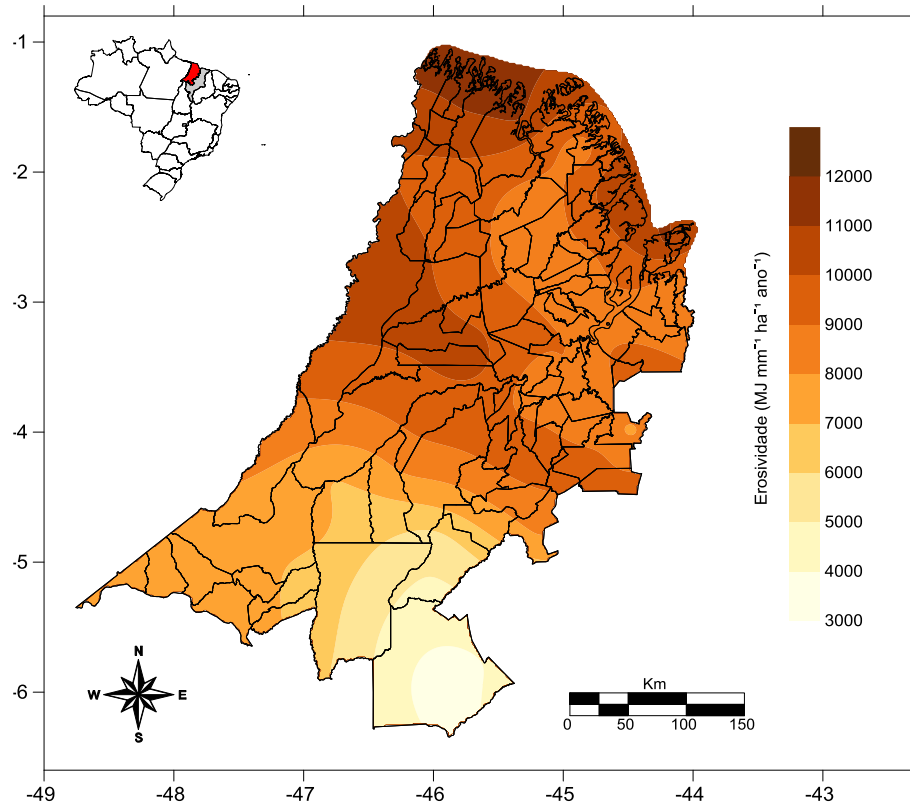


3.2.3 Erosividade das chuvas

3.2.3.1 Anos secos

A Figura 20, mostra que o índice de erosividade média anual para no Bioma Amazônico maranhense é de 8.267,2 MJmm⁻¹ha ano⁻¹ em anos secos. Em anos onde o índice pluviométrico fica abaixo de 25% do climatológico, observa-se que os maiores registros neste bioma, ocorrem nas áreas de cor marrom escuro com o valor máximo de 12.679,4MJmm⁻¹ha ano⁻¹. Por outro lado, verifica-se que os menores índices de erosividade média anual são registrados na região sul do bioma amazônico maranhense (amarelo claro), atingindo valor mínimo de 2.398,3 MJmm⁻¹ha ano⁻¹. O índice médio anual da erosividade em anos secos é cerca de 49% menor que em anos chuvosos onde o mesmo alcança o valor de 16.249,0 MJmm⁻¹ha ano⁻¹.

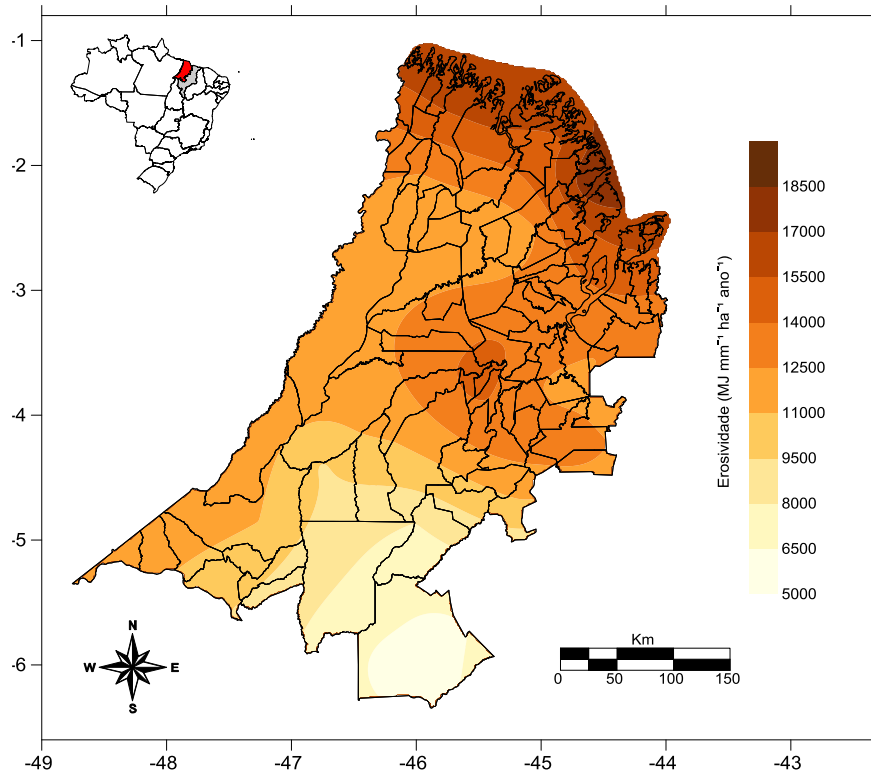
Figura 20 - Erosividade anual dos anos secos



3.2.3.2 Anos normais

A Figura 21, mostra que em anos considerados normais o índice de erosividade média anual para no Bioma Amazônico maranhense é de 11.708,3 MJmm⁻¹ha ano⁻¹. Em anos onde o índice pluviométrico se comporta de acordo com a climatologia, observa-se que os maiores registros neste bioma ocorrem nas áreas de cor marrom escuro, com o valor máximo de 19.261,7MJmm⁻¹ha ano⁻¹. Por outro lado, verifica-se que os menores índices de erosividade média anual são registrados na região sul do Bioma Amazônico maranhense (amarelo claro), atingindo valor mínimo de 4.558,0 MJmm⁻¹ha ano⁻¹.

Figura 21 - Erosividade anual dos anos normais



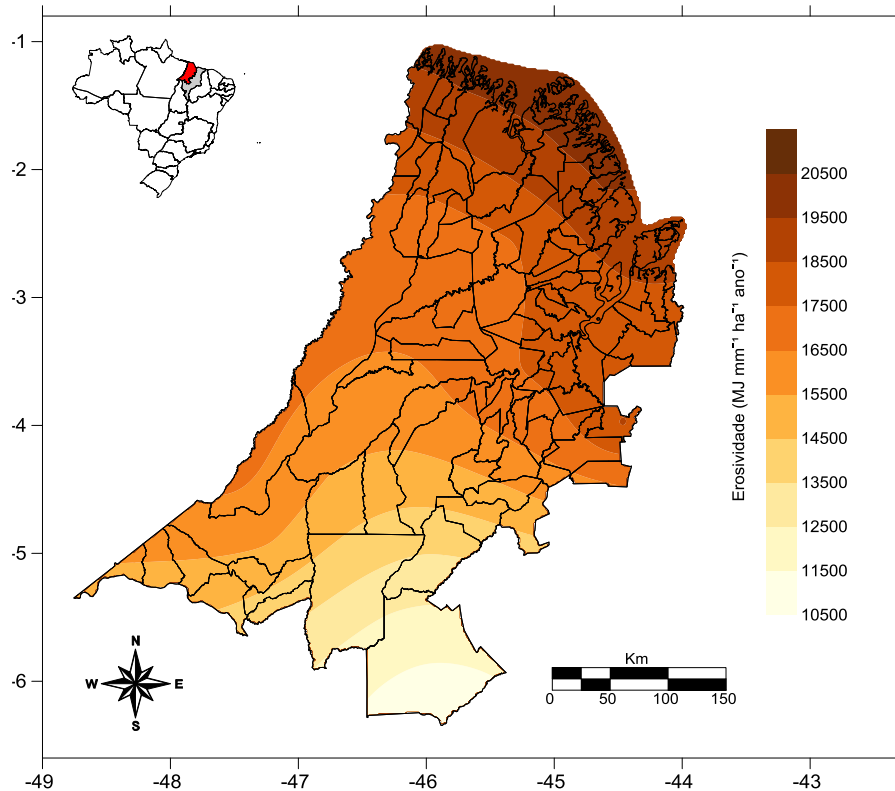
3.2.3.3 Anos Chuvosos

Segundo Wischmeier e Smith (1978), a erosividade pluviométrica é uma interação entre a energia cinética de gotas de chuva e a superfície do solo, podendo resultar em maior ou menor grau de desprendimento, queda e transporte de partículas do solo de acordo com a quantidade de energia e intensidade da chuva, considerando o mesmo tipo de solo, as mesmas condições topográficas, cobertura do solo e gestão (uso). Portanto, em se tratando de anos chuvosos, esse poder de causar erosão do solo, devido às chuvas, será maior.

A Figura 22, mostra que o índice de erosividade média anual para no Bioma Amazônico maranhense é de 11.708,3 MJmm⁻¹ha ano⁻¹ em anos chuvosos. Em anos onde o índice pluviométrico fica acima de 25% em relação ao padrão normal climatológico, observa-se que os maiores registros neste bioma, ocorrem nas áreas de cor marrom escuro com o valor máximo de 19.261,7MJmm⁻¹ha ano⁻¹. Por outro lado, verifica-se que os menores índices de erosividade média anual são registrado na região sul do Bioma Amazônico maranhense (amarelo claro), atingindo valor mínimo de 4.558,0 MJmm⁻¹ha ano⁻¹. O índice médio anual da erosividade em

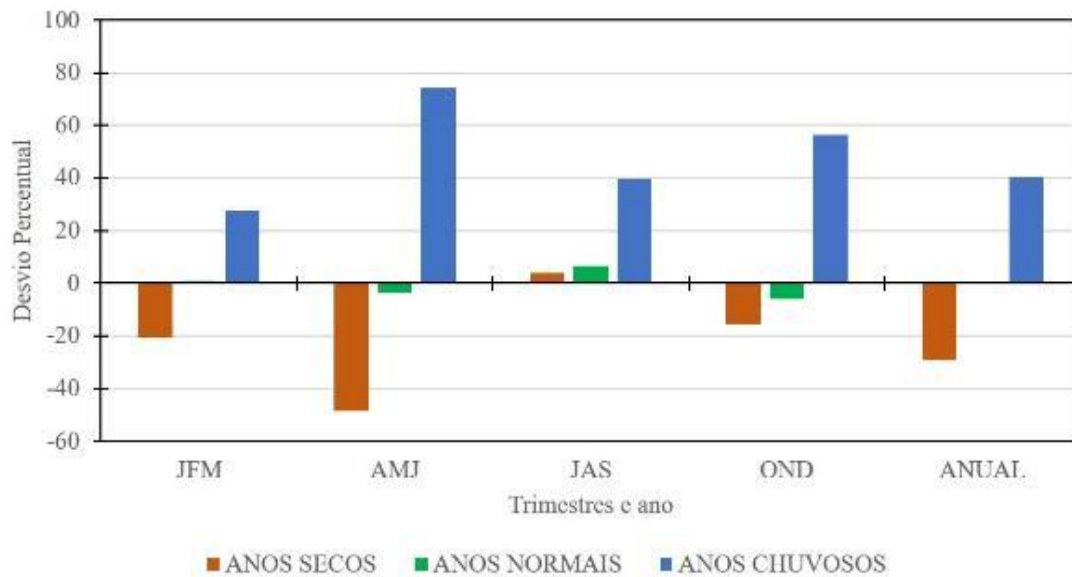
anos chuvosos é cerca de 96,5% maior que em anos secos onde o mesmo alcança o valor de $8.267,2 \text{ MJmm}^{-1}\text{ha ano}^{-1}$, ou seja, praticamente o dobro.

Figura 22 - Erosividade Anual dos anos chuvosos



Em síntese, conforme observado na Figura 23, considerando a região do Bioma Amazônico maranhense, durante os anos considerados secos o potencial erosivo das chuvas durante a estação chuvosa reduz em 21% no trimestre JFM, 49% no trimestre AMJ e anualmente em 29%, em relação a climatologia. Nos anos considerados normais ou regulares o potencial erosivo das chuvas apresenta pequenas variações em relação a climatologia. Nos anos considerados chuvosos o potencial erosivo aumenta 27% em relação a climatologia no trimestre JFM e 74% no trimestre AMJ. No ano o potencial erosivo provocado pelas chuvas nos anos chuvosos aumenta em torno de 40% relação a climatologia.

Figura 23 - Desvio Percentual de erosividade dos anos secos, normais e chuvosos em relação a climatologia para a região do Bioma Amazônia no estado do Maranhão

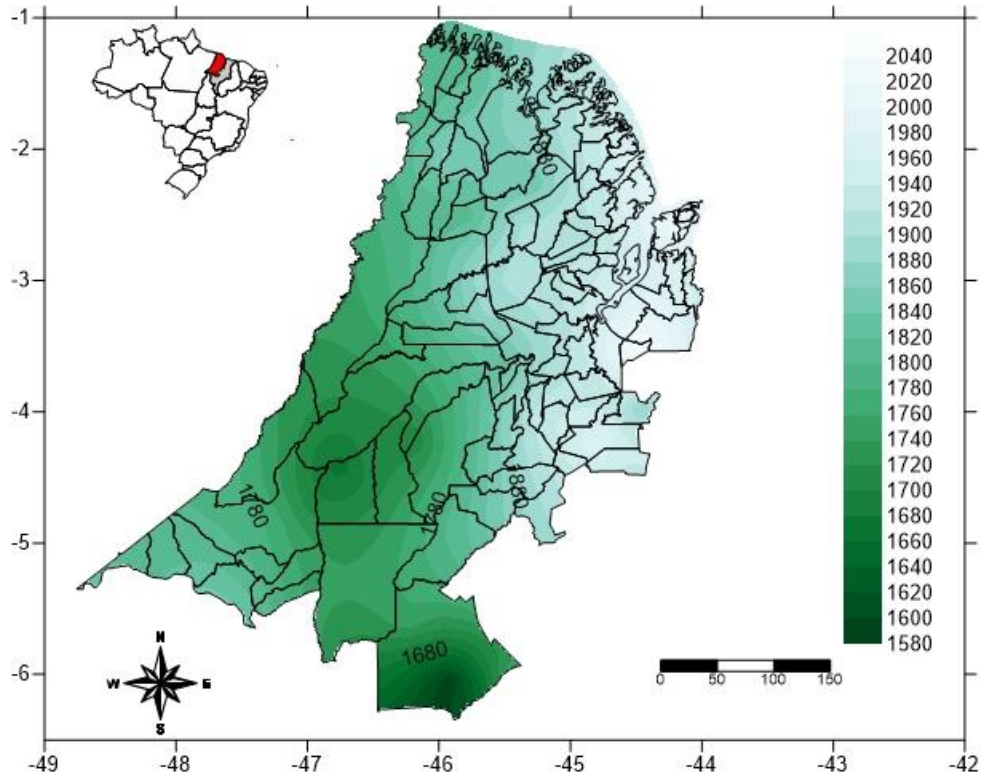


3.2.4 Evapotranspiração

3.2.4.1 Anos secos

Na Figura 24, observa-se que em média na região do Bioma Amazônia do Maranhão, os totais anuais de evapotranspiração potencial em anos secos são de 1.851,91 milímetros (mm), apresentando as maiores taxas evaporativas anuais sobre os setores leste e nordeste do Bioma Amazônico maranhense (áreas em verde claro), com registro máximo de 2.048,67 mm. Por outro lado, os menores registros anuais de evapotranspiração potencial em anos secos ocorrem nos setores sul e sudoeste do Bioma, com valores mínimos na ordem de 1.526,06 mm (áreas em verde escuro). Em anos secos, com baixos índices pluviométricos e elevadas temperaturas, a evapotranspiração potencial também apresenta índices bastante elevados ao longo do ano, principalmente no trimestre mais seco (outubro-novembro-dezembro) com valores médios superiores a 500 mm.

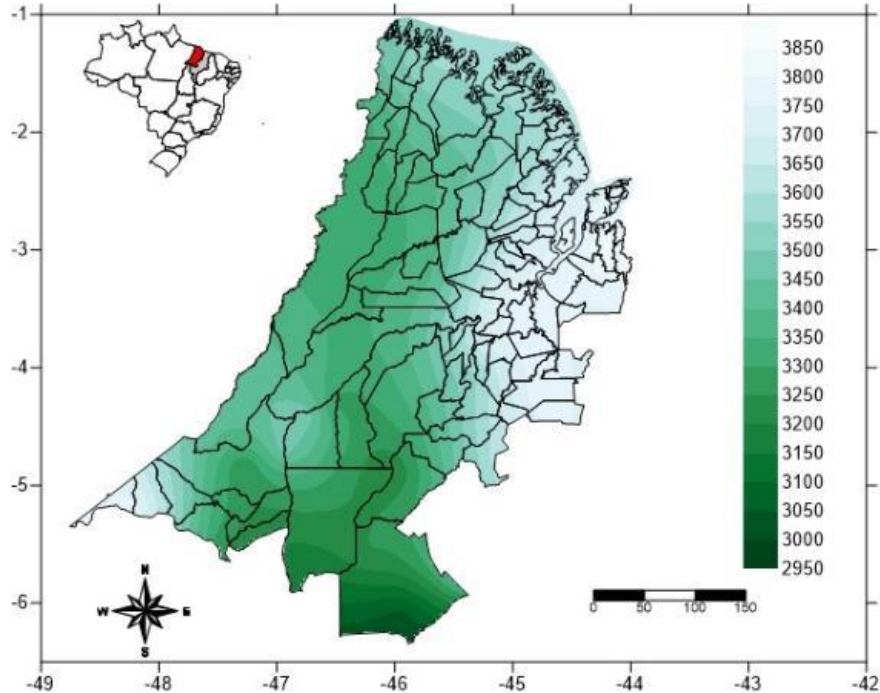
Figura 24 - Evapotranspiração potencial anual em anos secos no Bioma Amazônia Maranhense



3.2.4.2 Anos normais

A Figura 25, mostra que em anos normais, sobre o Bioma Amazônico maranhense em média a evapotranspiração potencial anual é cerca de 1.825,69 mm. Sendo os maiores valores anuais de evapotranspiração potencial verificados no setor nordeste do bioma, especialmente sobre as áreas de cor verde esbranquiçado com o valor máximo de 2.003,80 mm. Por outro lado, pode-se perceber que os menores registros de evapotranspiração potencial anual para anos normais ocorrem na região em verde escuro no sudeste do Bioma Amazônico maranhense com registros de até 1.458,55 mm.

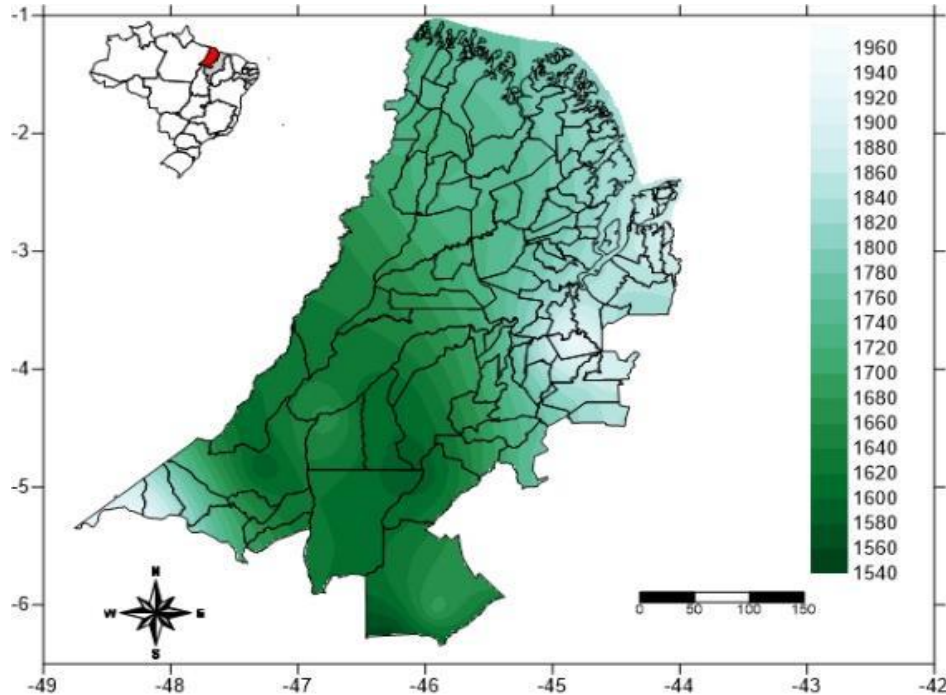
Figura 25 - Evapotranspiração potencial anual em anos normais no Bioma Amazônia Maranhense



3.2.4.3 Anos chuvosos

A Figura 26, mostra que em anos chuvosos, sobre o Bioma Amazônico maranhense em média a evapotranspiração potencial anual é cerca de 1.747,59 mm. Sendo os maiores valores anuais de evapotranspiração potencial são verificados no setor leste do bioma, especialmente sobre as áreas de cor verde esbranquiçado com o valor máximo de 1.951,38 mm. Por outro lado, pode-se perceber que os menores registros de evapotranspiração potencial anual para anos chuvosos ocorrem na região em verde escuro no sudeste do Bioma Amazônico maranhense com registros de até 1.469,20 mm.

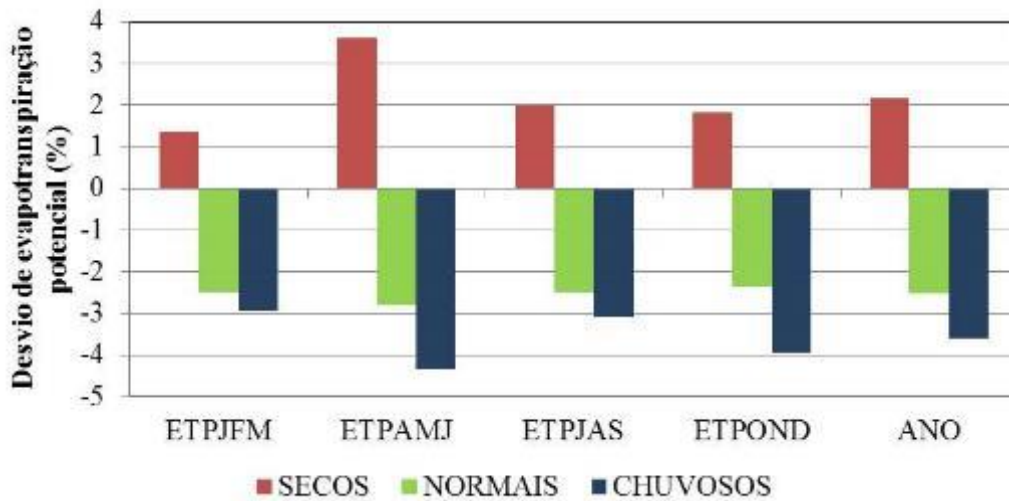
Figura 26 - Evapotranspiração potencial anual nos anos chuvosos



No Bioma Amazônia Maranhense, climatologicamente os totais anuais de evapotranspiração potencial são 1812,51 milímetros (mm), com registros máximos anuais de até 1952,76 mm e mínimos anuais de 1477,63 mm. Na Figura 27, pode-se perceber que esta climatologia é superada apenas em anos secos, em mais de 2%, apresentando comportamento contraditório em anos normais ou chuvosos, cerca de - 2,5% e - 3,5 %, respectivamente.

Considerando o caráter trimestral da evapotranspiração potencial, de acordo com a climatologia a média da evapotranspiração potencial do trimestre janeiro-fevereiro-março no Bioma Amazônia Maranhense é de 408,47 mm, com maior registro no trimestre climatológico com 445,60 mm e menor registro com 334,94 mm. Pode-se notar na Figura 27 a coincidência na variação percentual entre o comportamento anual e os quatro trimestres: no período de janeiro a março, os anos secos estiveram cerca de +1,5% superiores a climatologia, os anos normais cerca de -2,5% e os anos chuvosos cerca de, e -3,0%. De abril a junho, os anos secos superaram aproximadamente + 3,5% a climatologia, aproximadamente - 3,0 % e aproximadamente - 4,5%. De julho a setembro, anos secos com $\approx +2,0 \%$, anos normais $\approx -2,5\%$ e anos chuvosos $\approx -3,0\%$. De outubro a dezembro, em anos secos cerca de +2,0%, em anos normais cerca de - 2,5% e em anos chuvosos cerca de - 4,0 %.

Figura 27 - Desvio Percentual da evapotranspiração potencial dos anos secos, normais e chuvosos em relação a climatologia para a região do Bioma Amazônico no Maranhão

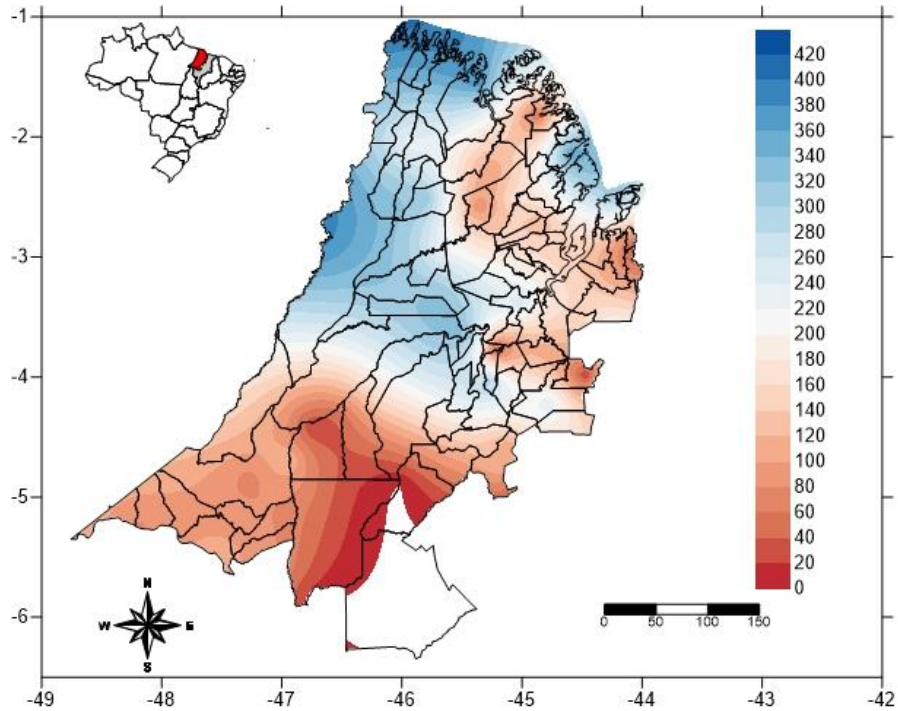


3.2.5 Excedente hídrico

3.2.5.1 Anos secos

O Excesso hídrico indica a quantidade de água que precisa ser drenada para que o solo atinja a umidade na capacidade de campo. No Bioma Amazônia do Maranhão você tem apenas seis meses de excesso hídrico. Em anos secos a quantidade de água disponível é bastante reduzida. No Bioma Amazônico maranhense, em anos secos o excedente hídrico médio anual é de 155,88 mm, sendo, cerca de 69% menor que a média climatológica para o mesmo Bioma que é de 505,15 mm. A distribuição espacial do excesso hídrico sobre a área do bioma, conforme mostrado na Figura 28, indica que os maiores totais se concentram no setor centro-norte da região, com volumes superiores a 400 mm, e os menores na parte Sul, com volumes inferiores a 50 mm.

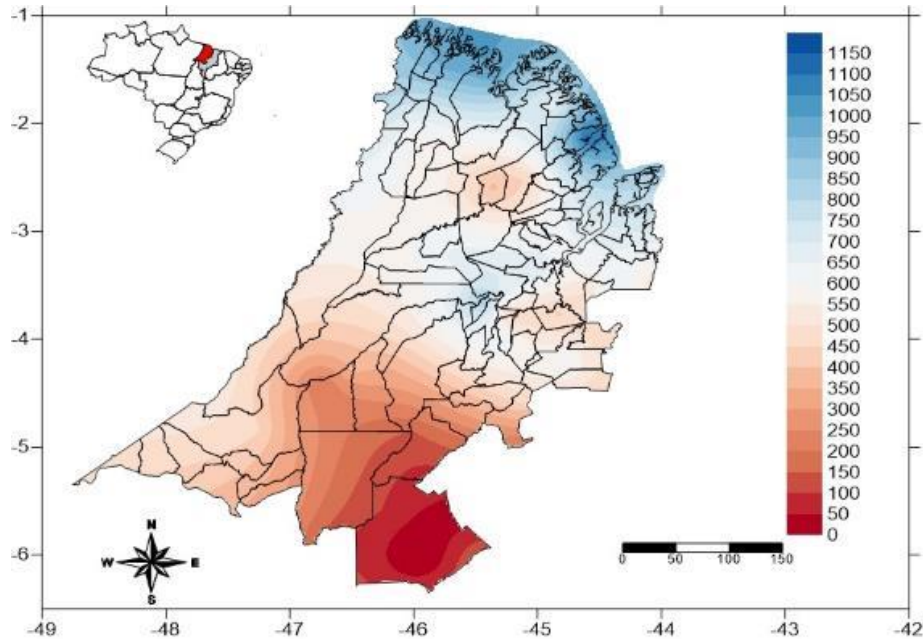
Figura 28 - Excesso hídrico anual em anos secos no Bioma Amazônico maranhense



3.2.5.2 Anos normais

A Figura 29, mostra que em anos normais, sobre o Bioma Amazônico maranhense em média o excedente hídrico médio do anual é de 486,65 mm. Sendo os maiores excedentes hídricos anuais verificadas nos setores norte, noroeste e nordeste do bioma (azul), com o valor máximo de 1.119,44 mm. Por outro lado, pode-se perceber nos anos normais que não existe registro de excedente hídrico anual na Fazenda Piranhas em Grajaú (vermelho escuro).

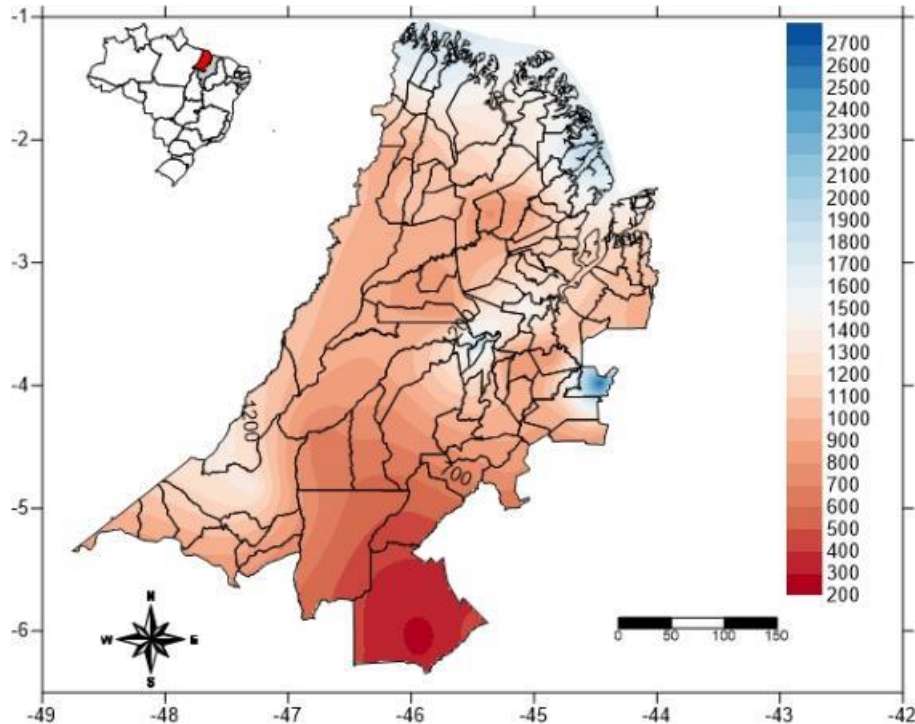
Figura 29 - Excedente hídrico anual em anos normais no Bioma Amazônia Maranhense



3.2.5.3 Anos Chuvosos

A Figura 30, mostra que em anos chuvosos, sobre o Bioma Amazônico maranhense em média o excedente hídrico médio anual é de 946,73 (mm). Sendo os maiores excedentes hídricos anuais verificadas no setor leste do bioma, especialmente sobre as áreas de cor azul mais escuro com o valor máximo de 2.652,2 mm. Por outro lado, pode-se perceber nos anos chuvosos que os menores excedentes hídricos anuais ocorrem na região em vermelho no sudeste do Bioma Amazônico maranhense com registros de até 260,39 mm.

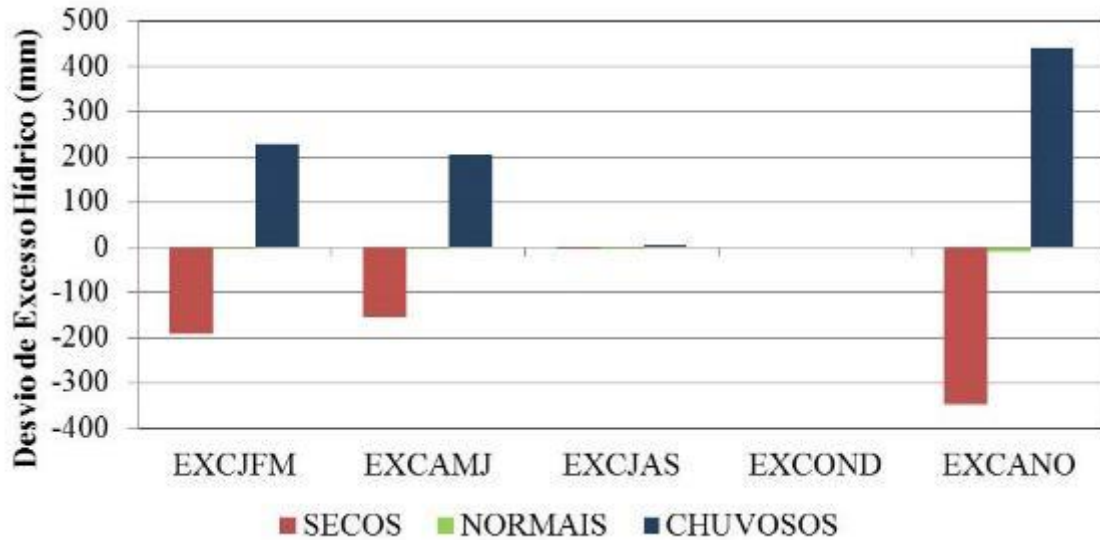
Figura 30 - Excedente hídrico anual em anos chuvosos no Bioma Amazônia do Maranhão



No Bioma Amazônia Maranhense, climatologicamente os totais anuais de excedente hídrico são 505,2 milímetros (mm), com registros máximos anuais de até 1.072,93 mm e não apresenta excedente hídrico a Fazenda Piranhas em Grajaú. Na Figura 31, pode-se perceber que esta climatologia é superada em cerca de 450 mm em anos chuvosos, fica em torno da climatologia nos anos normais e é cerca de 350 mm inferior a climatologia nos anos secos.

Nota-se também, na Figura 31 a coincidência na variação percentual entre o comportamento anual e os três primeiros trimestres: no período de janeiro a março, os anos chuvosos estiveram cerca de +200 mm superiores a climatologia, os anos normais próximos a climatologia e os anos secos cerca de 200 mm inferiores a climatologia. De abril a junho os anos chuvosos estiveram cerca de 200 mm superiores a climatologia, os anos normais próximos a climatologia e os anos secos cerca de 150 mm inferiores a climatologia. De julho a setembro os anos chuvosos, normais e secos estiveram bem próximos da climatologia.

Figura 31 - Desvio do excedente hídrico nos anos secos, normais e chuvosos em relação a climatologia para a região do Bioma Amazônia Maranhense



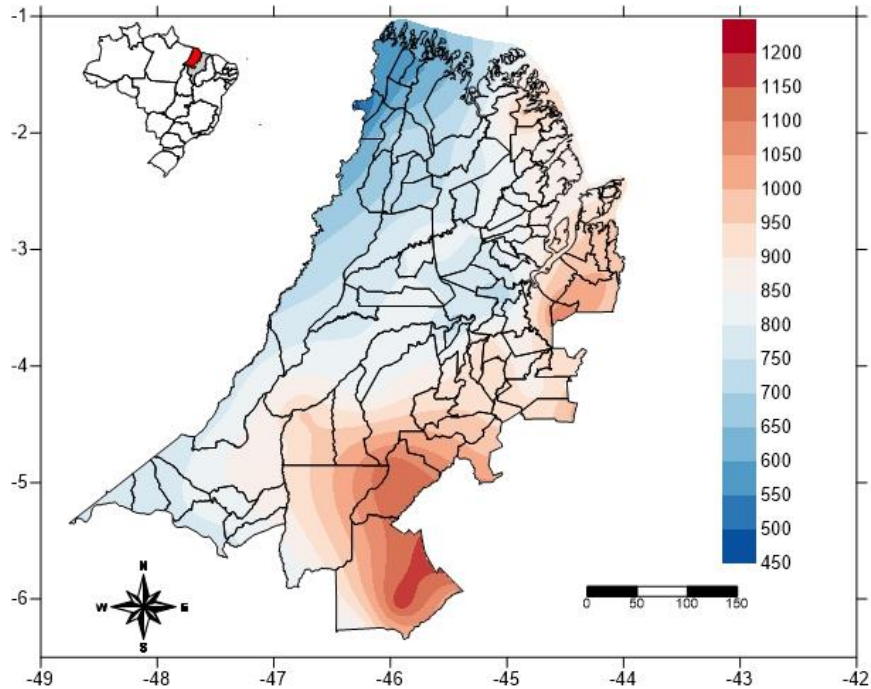
3.2.6 Deficiência hídrica

3.2.6.1 Anos secos

A deficiência hídrica surge quando a demanda hídrica estabelecida pela evapotranspiração potencial é superior à oferta de água pela chuva, refere-se à quantidade de água necessária, que precisa ser reposta, para que a umidade do solo atinja a capacidade de campo.

Em anos secos a deficiência hídrica anual é mais acentuada nas regiões leste e sul do bioma, com valores superiores a 1000 mm, conforme observado na Figura 32.

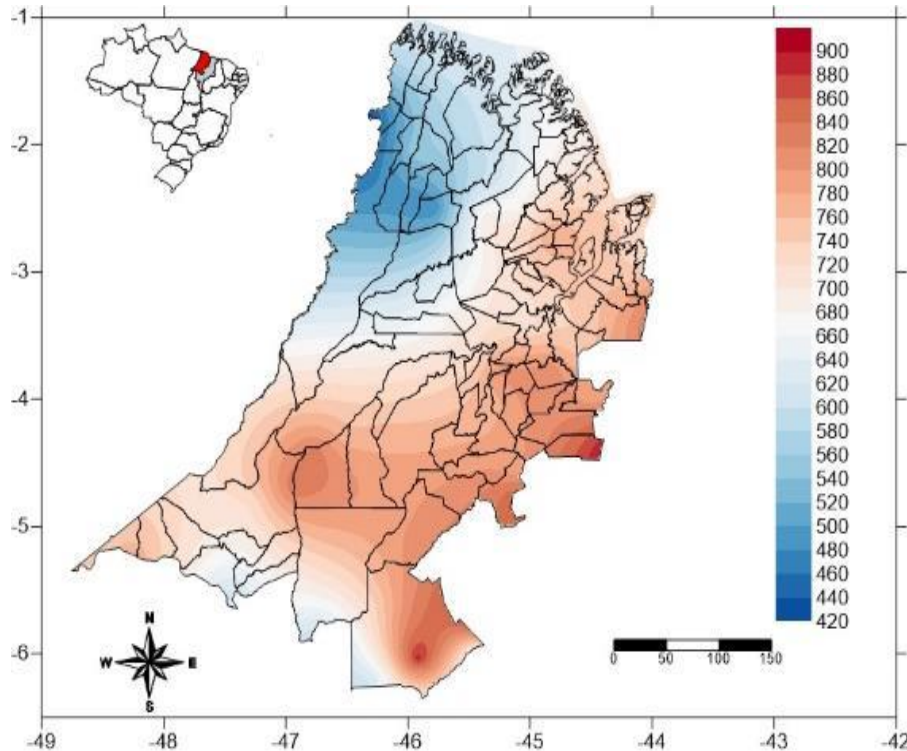
Figura 32 - Deficiência hídrica anual no Bioma Amazônia Maranhense



3.2.6.2 Anos normais

A Figura 33, mostra que em anos considerados normais, sobre o Bioma Amazônico maranhense, em média a deficiência hídrica anual é de 729,47 milímetros (mm). Sendo as maiores deficiências hídricas anuais verificadas nos setores leste e sudeste do bioma (cor vermelho) com o valor máximo de 991,14 mm. Por outro lado, pode-se notar que em anos chuvosos as menores deficiências hídricas anuais ocorrem na região em azul a noroeste no Bioma Amazônico com registros de até 409,99 mm.

Figura 33 - Deficiência hídrica anual em anos normais no Bioma Amazônia Maranhense



3.2.6.3 Anos Chuvosos

A Figura 34, mostra que em anos considerados anos chuvosos (precipitação pluvial 25 % superior à normalidade), sobre o Bioma Amazônico maranhense em média a deficiência hídrica média anual é de 576,8 milímetros (mm). Sendo as maiores deficiências hídricas anuais verificadas no setor leste do bioma, especialmente sobre as áreas de cor marrom mais escuro com o valor máximo de 783,8 mm. Por outro lado, pode-se perceber nos anos chuvosos que as menores deficiências hídricas anuais ocorrem na região em azul mais escuro ao centro do Bioma Amazônico maranhense com registros de até 238,6mm.

Na Figura 35, pode-se perceber que a climatologia da deficiência hídrica é superestimada nos anos secos, em mais de 150 mm, nos anos normais em menos de 50 mm e subestima em -150 mm a climatologia nos anos chuvosos. Pode-se notar também que no trimestre de janeiro a março os anos normais e os anos chuvosos respeitaram a climatologia e os anos secos superestimaram a climatologia em menos de 50 mm. De abril a junho os anos secos estiveram cerca de 50 mm superiores a climatologia, os anos normais próximos a climatologia e os anos chuvosos menos de 50 mm inferiores a climatologia. De julho a setembro os anos

secos estiveram cerca de 50 mm superiores a climatologia, os anos normais próximos a climatologia e os anos chuvosos cerca de 50 mm inferiores a climatologia. De outubro a dezembro os anos secos estiveram cerca de 50 mm superiores a climatologia, os anos normais em torno da climatologia e os anos chuvosos mais de 50 mm inferiores a climatologia.

Figura 34 - Deficiência hídrica anual em anos chuvosos no Bioma Amazônia Maranhense

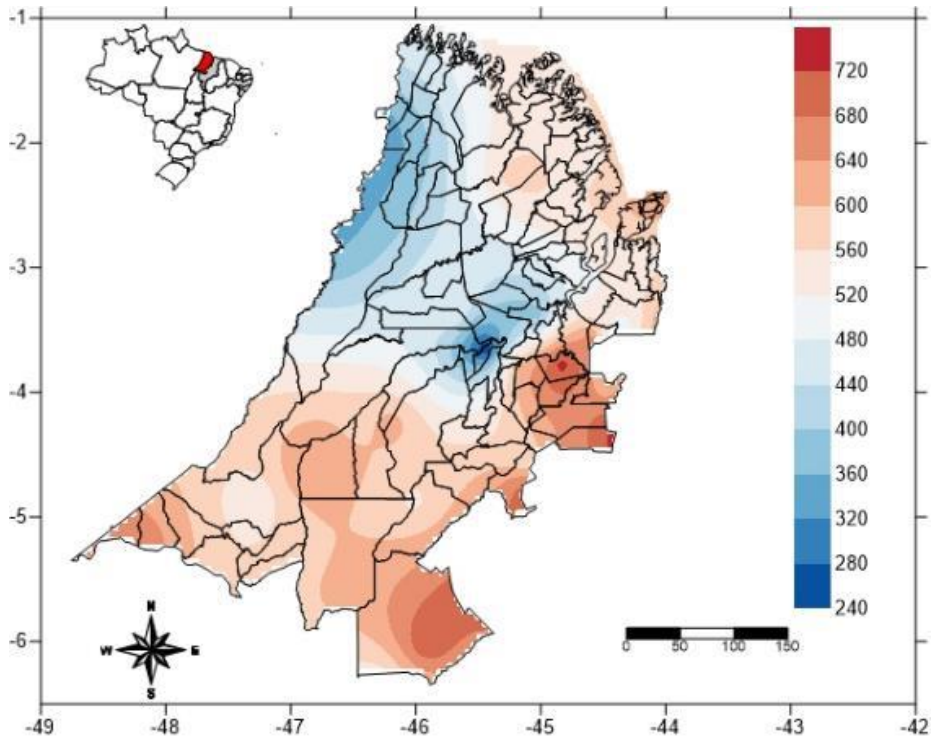
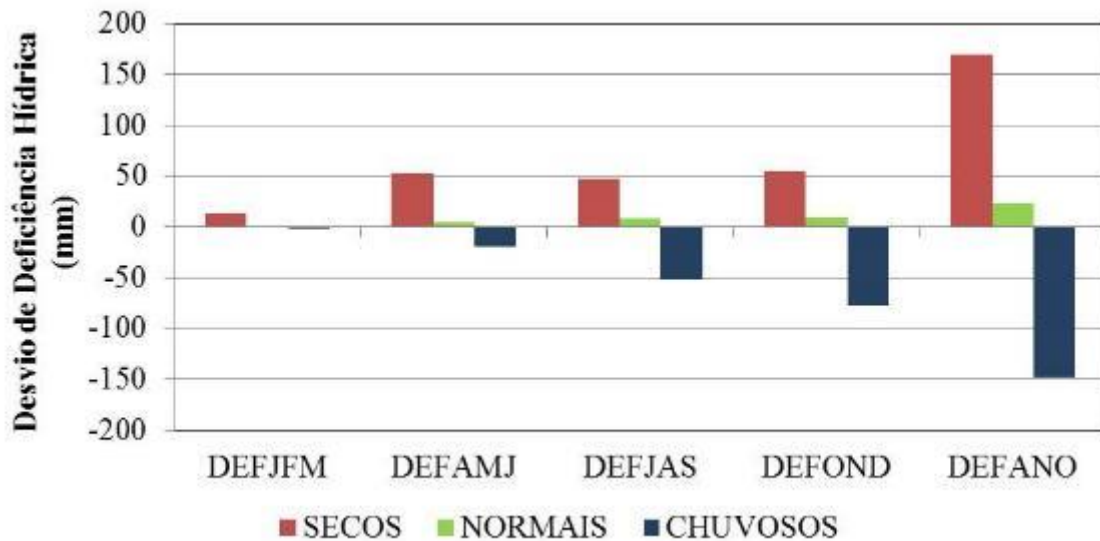


Figura 35 - Desvio Percentual da deficiência hídrica nos anos secos, normais e chuvosos em relação a climatologia para a região do Bioma Amazônico no Maranhão



3.3 Cenários Prospectivos (Mudanças Climáticas)

Foram analisadas as projeções para os próximos 40 anos (2020-2059) da temperatura do ar e precipitação, os quais serviram de base para a construção e avaliação de alguns indicadores de vulnerabilidade associados a disponibilidade hídrica, aos processos erosivos provocados pelas chuvas e processos de desertificação em dois cenários de mudanças climáticas:

1. Cenário 4.5 (mais otimista): Estabelece a estabilização da demanda energética mundial, programas de reflorestamento fortes e políticas climáticas rigorosas, estabilização das emissões de gases efeito estufa, notadamente o metano, porém com leve aumento das emissões de CO₂ até 2040, com valor máximo atingido de 650 ppm equivalente na segunda metade do século XXI.
2. Cenário 8.5 (Pessimista): Estabelece o crescimento contínuo da população e desenvolvimento tecnológico lento, com acentuadas emissões de CO₂. É considerado um cenário sombrio e pessimista em termos de emissões de gases do efeito de estufa, sendo consistente com uma política que não priorizará a redução das emissões, com uma forte dependência de combustíveis fósseis.

3.1.1 Temperatura do ar

Para o cenário mais otimista (RCP 4.5), considerando a média anual (Figura 36), o aumento poderá variar entre 1,3° C, no Norte da região a 2° C no Sul. O trimestre JFM será o menos quente, com aumentos variando entre 1,05° C, no Norte da região e 1,65° C no Sul, por outro lado, o trimestre mais seco do ano (JAS), será o mais quente, onde a temperatura deverá variar entre 1,45° C e 2,35° C, no Sul e Norte da região, respectivamente.

Para o cenário pessimista (RCP 8,5) as projeções indicam aumento mais expressivo da temperatura do ar ao longo do Bioma para os próximos 40 anos. Em média, anualmente, o aumento poderá variar entre 1,8° C (Norte da região) e superior a 2,8° C (Sul da região), conforme mostrado na Figura 37. A região Sul do Bioma continuará apresentado projeções de aquecimento mais elevado podendo chegar a temperaturas acima de 3,2° C no trimestre OND. Na região Norte do Bioma o aquecimento será menos expressivo, em torno de 1,6° C.

Figura 36 - Anomalia espacial de temperatura média do ar anual (°C) para o modelo ETA-HadGEM_ES para o cenário RCP 4.5 para o período de 2020 a 2059

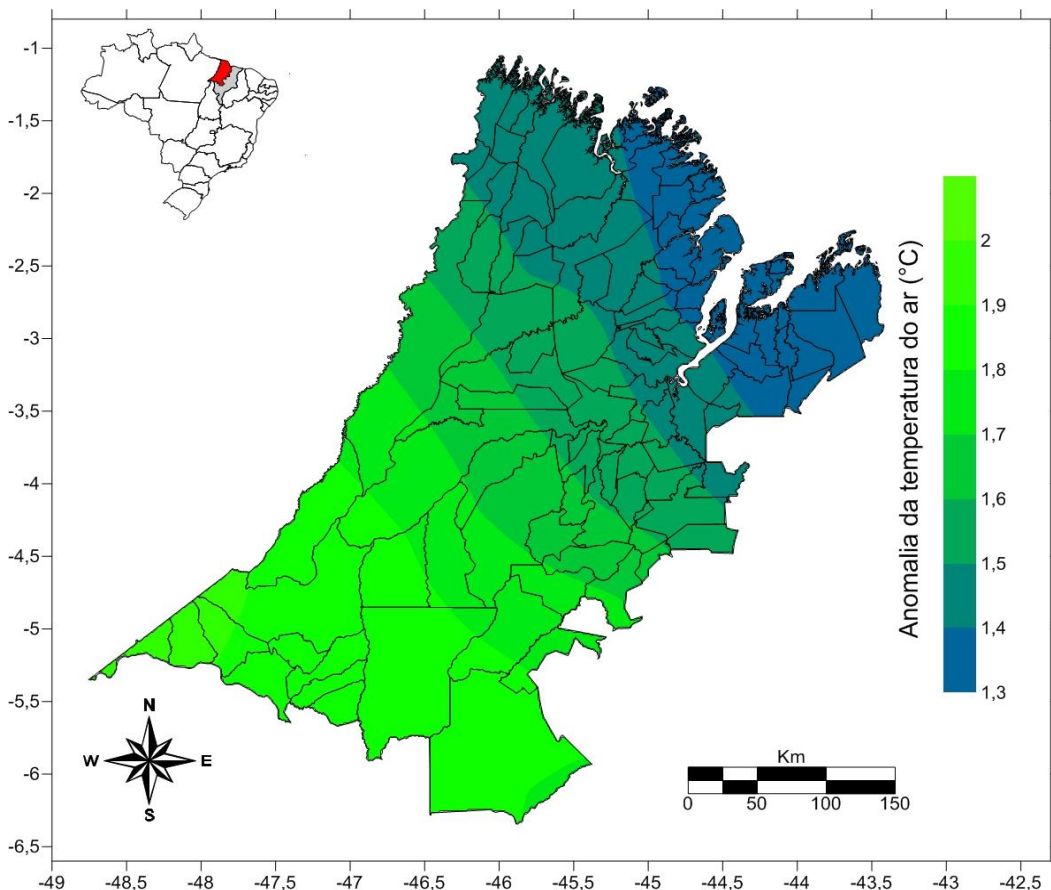
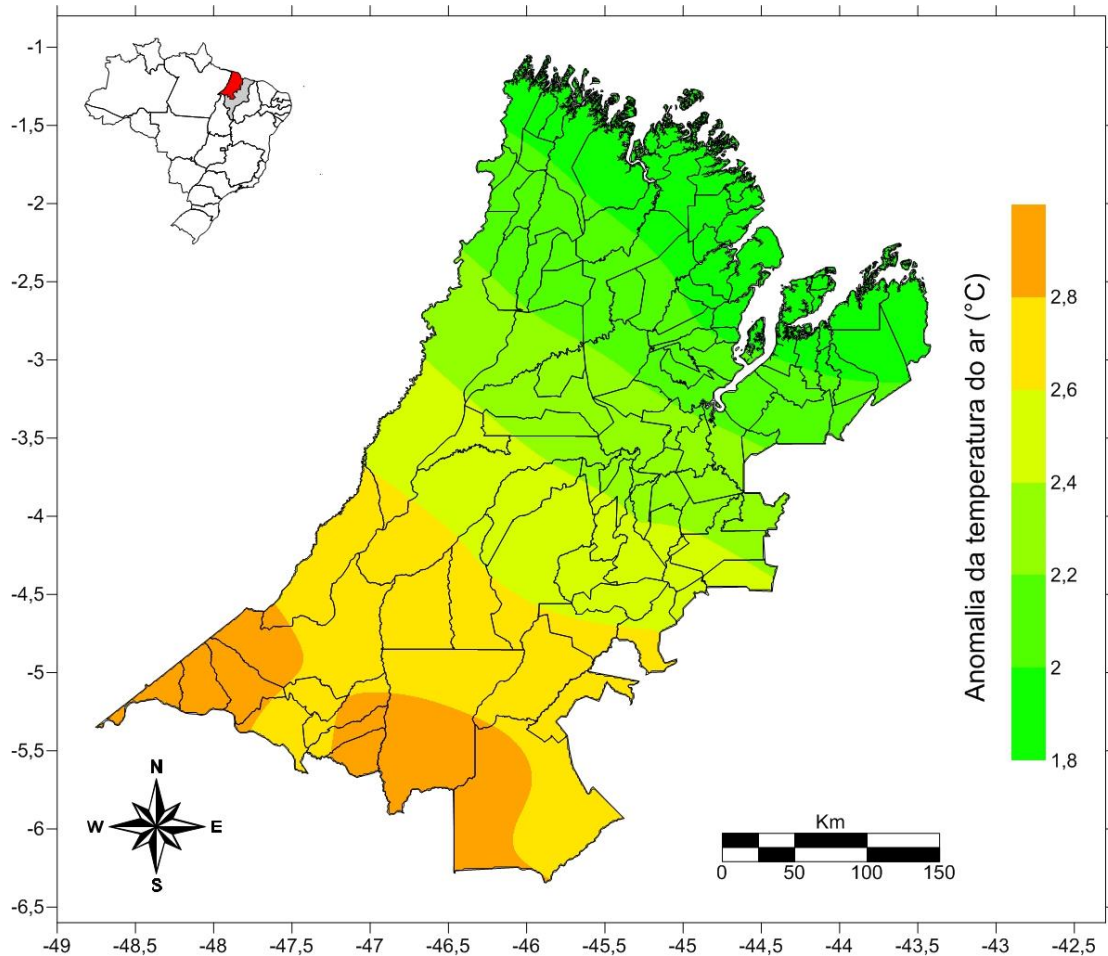


Figura 37 - Anomalia espacial de temperatura média do ar anual (°C) para o modelo ETA-HadGEM_ES para o cenário RCP 8.5 para o período de 2020 a 2059



3.2 Precipitação pluvial

Em média, para o cenário 4.5, conforme mostrado na Figura 38, entre os anos de 2020 e 2059, os totais pluviométricos anuais deverão ser inferiores a 3,5%, no Nordeste da região e a 15,5%, no sudoeste, em relação as condições normais. O trimestre mais chuvoso, JFM, deverá ser o que apresentará menor taxa de queda da precipitação, de 1,5% nas partes nordeste e sul da região e 10,5%, observadas no leste e norte. O trimestre JAS, o mais seco do ano, deverá ser ainda mais seco, com taxa de redução de chuvas variando entre 20,5%, no norte da região e a 34,5% nas partes oeste, sul e leste. Os totais pluviométricos no trimestre OND, deverão ser mais elevados em relação as condições normais no norte da região (em torno de 45%), com taxas negativas no Sul (-25%).

Para o cenário mais pessimista 8.5, os totais anuais de chuvas deverão reduzir em 15% no nordeste da região e 26% no sudeste, Figura 39. No trimestre JFM, a redução poderá chegar a 17% no nordeste e 29% no sul e sudeste da região. Os totais deverão ficar em torno da média nos meses de AMJ, na parte Sudeste do Bioma com redução de 22% na parte norte. O trimestre JAS, deverá ficar ligeiramente mais seco na parte Oeste (-12%) e com chuvas acima da média, em torno de 24%, nas partes norte, sudeste e sudoeste da região. A redução das chuvas deverá ser mais acentuada no trimestre OND, com taxas variando de -39% no Leste a -55% nas partes sudeste e norte.

Figura 38 - Desvio percentual de precipitação média anual (%) para o modelo ETA-HadGEM_ES para o cenário RCP 4.5 para o período de 2020 a 2059

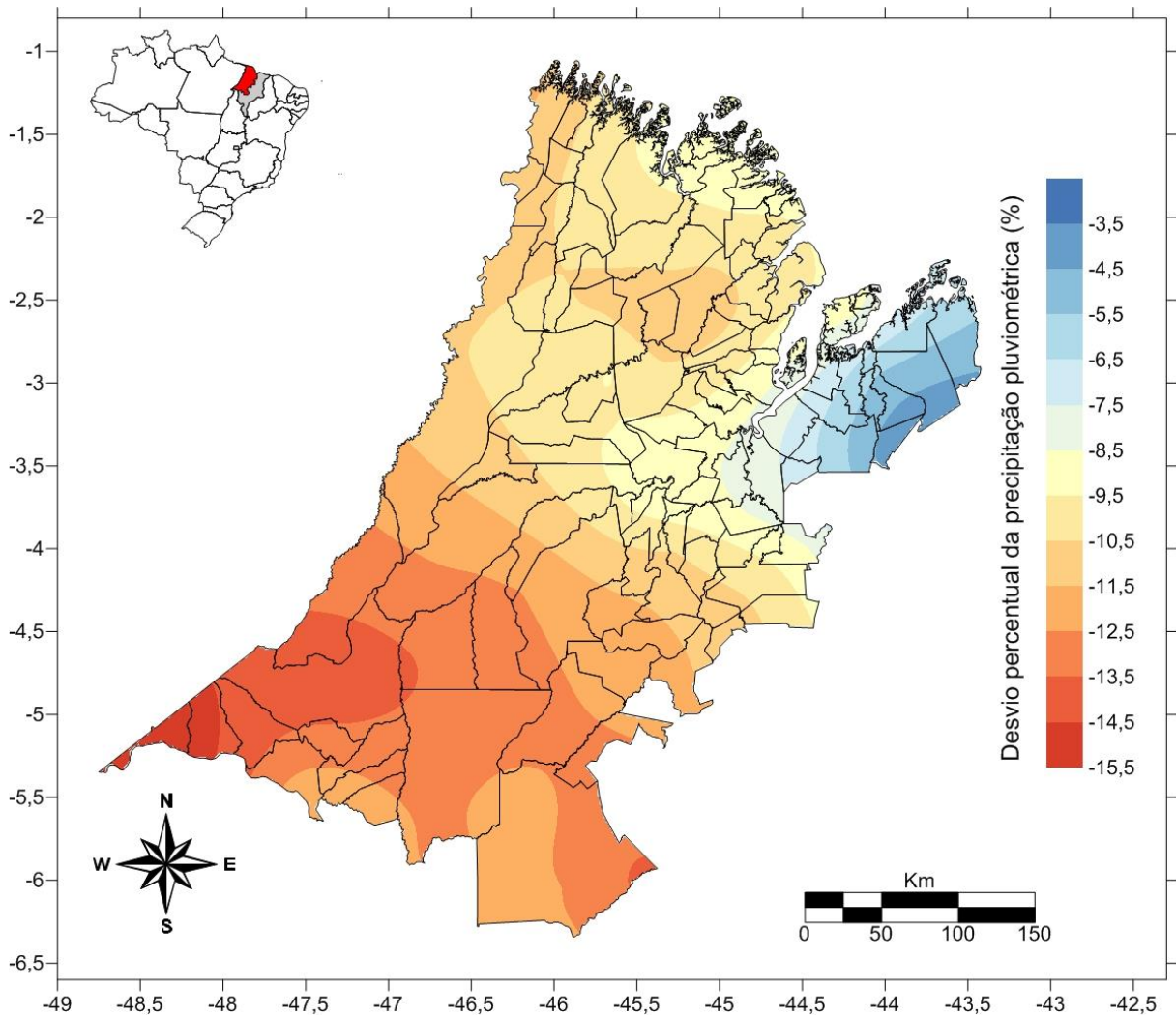
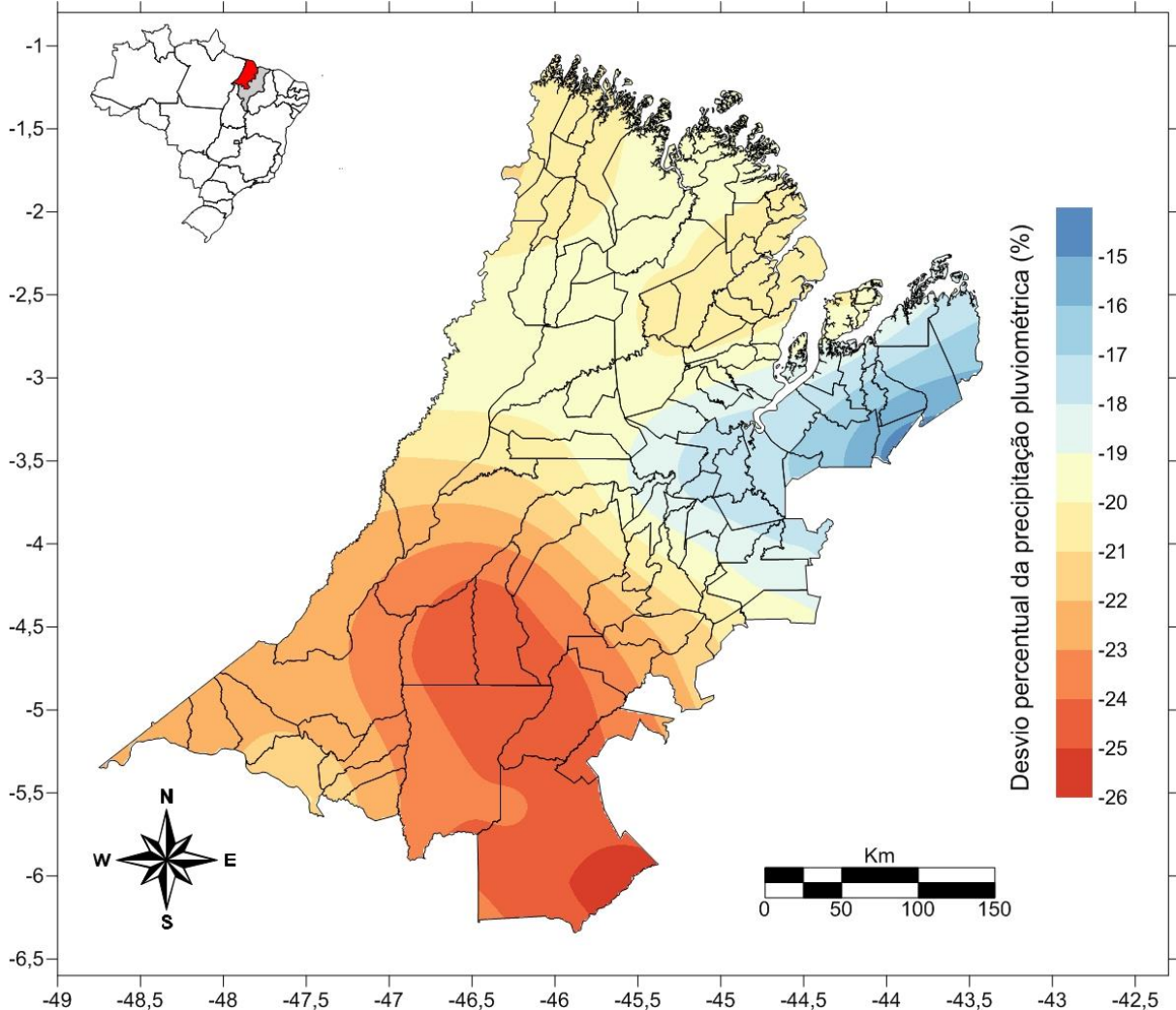


Figura 39 - Desvio percentual de precipitação média anual (%) para o modelo ETA-HadGEM_ES para o cenário RCP 8.5 para o período de 2020 a 2059



3.3 Evapotranspiração potencial

Em termos anuais, conforme mostrado na Figura 40, as perdas de água por evapotranspiração deverão variar entre 380 mm, no sul do bioma a 700 mm, na parte norte. Durante os trimestres mais chuvosos da região as perdas por evapotranspiração deverão sofrer aumentos variando de 69 mm a 104 mm em Janeiro-Fevereiro-Março e 85 mm a 150 mm no trimestre Abril-Maio-Junho. Por outro lado, nos trimestres mais secos, compreendendo os meses de Julho-Agosto-Setembro e Outubro-Novembro-Dezembro as perdas de água deverão ser mais elevadas, variando de 110 mm a 250 mm e 110 mm a 190 mm, respectivamente.

Para o cenário pessimista 8.5 observa-se que as projeções para os próximos 40 anos deverão indicar aumento mais expressivo nas perdas de água por evapotranspiração potencial. Em média, anualmente, os aumentos variarão entre 560 mm, no Norte e 1160 mm, no sudoeste do bioma, conforme observado na Figura 41. O mesmo padrão de comportamento é observado trimestralmente, com faixas de variação de 130 mm a 210 mm, em janeiro-Fevereiro-Março; de 135 mm a 235 mm, em Abril-Maio-Junho; de 150 mm a 360 mm, em Julho-Agosto-Setembro e de 150 mm a 330 mm no trimestre Outubro-Novembro-Dezembro.

Figura 40 - Anomalia de evapotranspiração potencial média anual (mm) entre o modelo ETA-HadGEM_ES para o cenário RCP 4.5 para o período de 2020 a 2059 e a climatologia

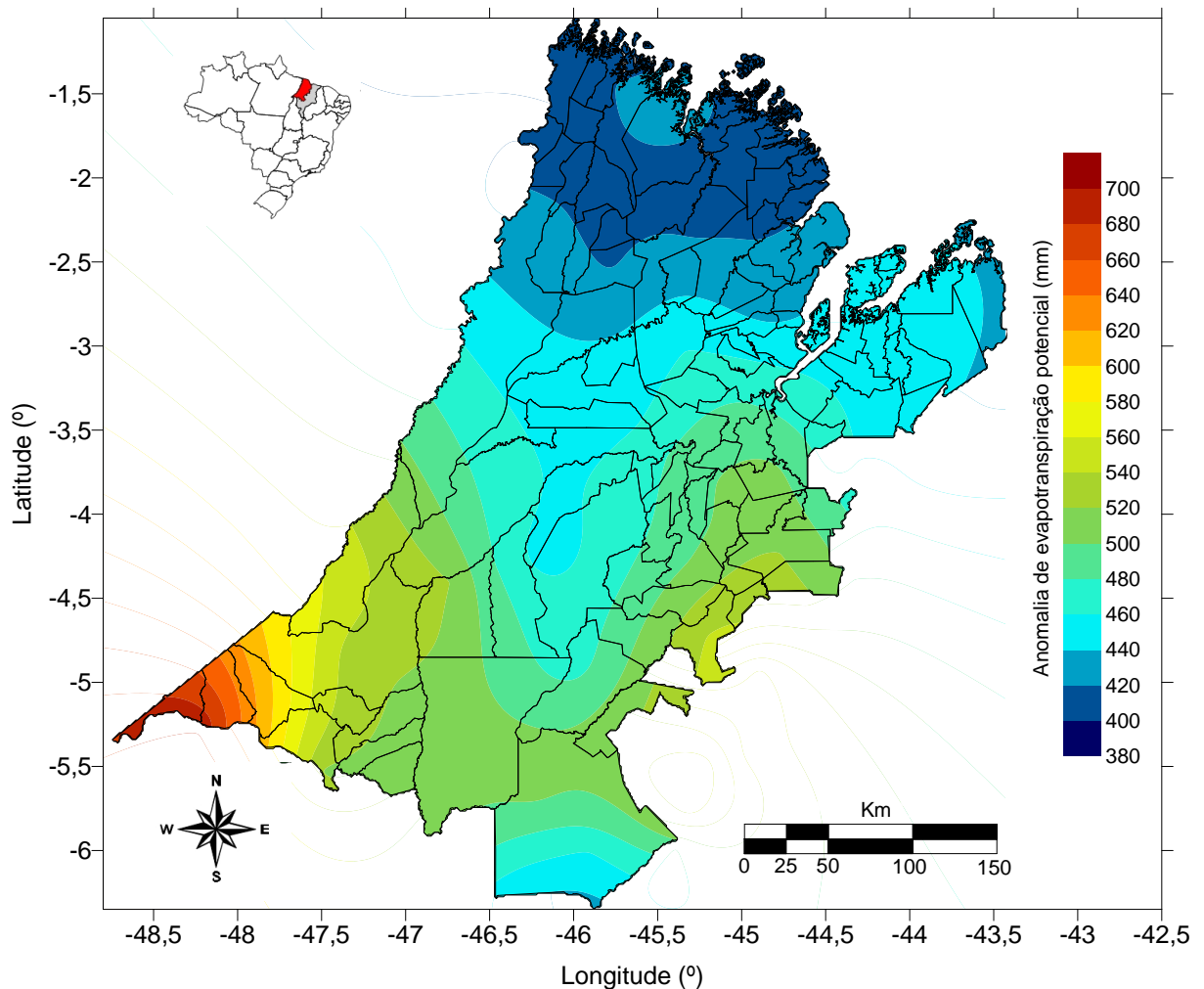
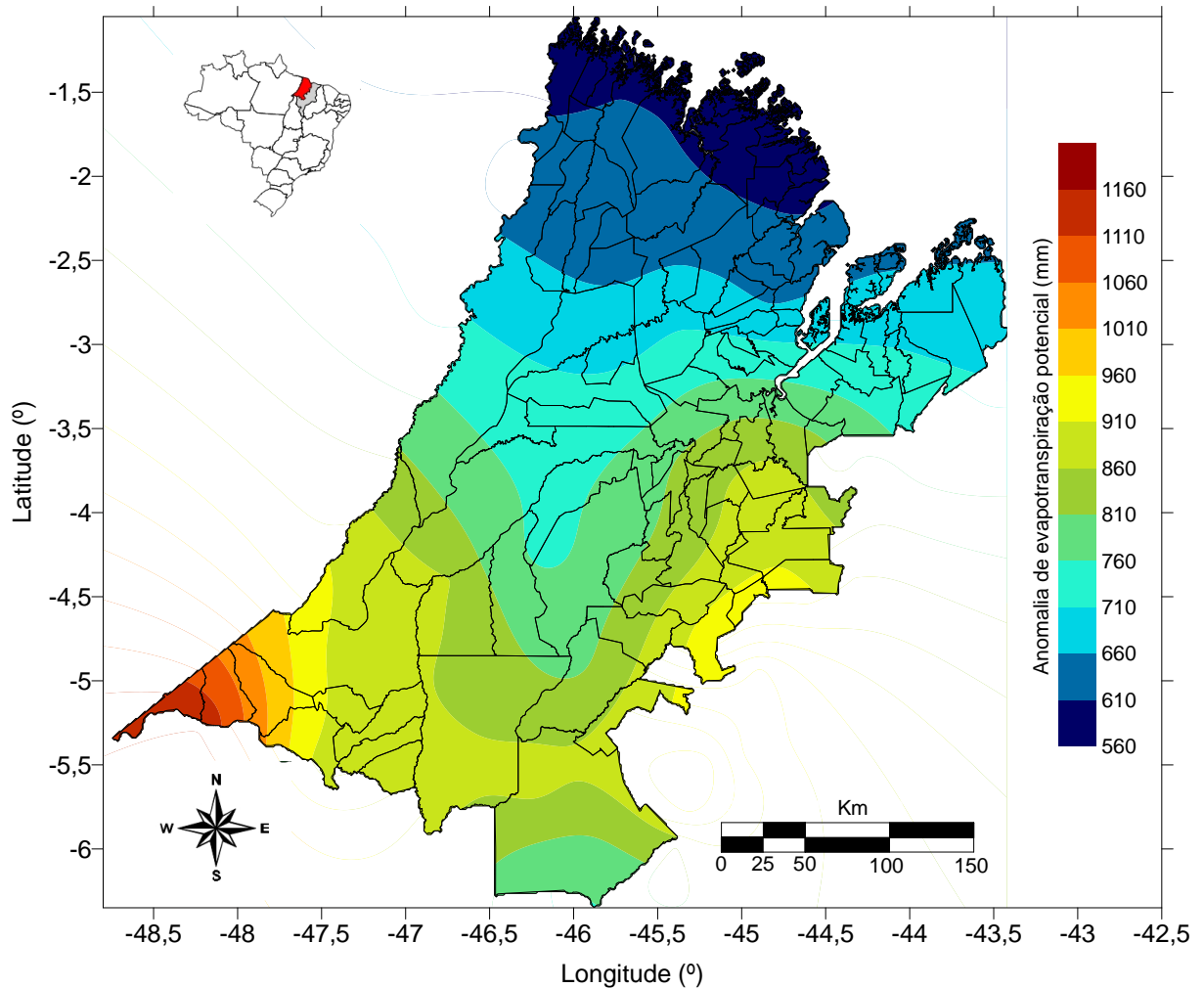


Figura 41 - Anomalia de evapotranspiração potencial média anual (mm) entre o modelo ETA-HadGEM_ES para o cenário RCP 8.5 para o período de 2020 a 2059 e a climatologia



3.4 Deficiência hídrica

A projeção anual da deficiência hídrica para o cenário 4.5 indica valores variando entre 300 mm e 720 mm acima do normal, conforme mostra a Figura 42. O maior impacto é observado na parte centro-sul do bioma. Durante o trimestre chuvoso JFM, observa-se pequeno aumento da deficiência hídrica, predominando valores de até 10 mm acima do normal, com valores mais elevados na parte Sudeste da região, que poderá alcançar até 90 mm. No trimestre seguinte, AMJ, a projeção indica anomalias positivas, com valores mais elevados de deficiência hídrica no centro-sul que podem alcançar até 330 mm e menos elevados no centro-norte da região, em torno de 30 mm. No trimestre seco, JAS, a projeção indica padrão espacial diferente em relação ao trimestre anterior, com valores mais elevados no centro-norte e menos elevados no centro-sul do bioma, com valores de

360 mm e 140 mm, respectivamente. A projeção para o trimestre OND, indica redução da deficiência hídrica em alguns pontos no Centro-Norte, mais especificamente na região do Gurupi e Itapecuru Mirim, porém ainda com anomalias positivas de até 140 mm no centro-sul do bioma.

Para um cenário pessimista 8.5 o bioma deverá ficar mais seco, com valores anuais de deficiência hídrica que poderão alcançar até 1100 mm na parte sul, conforme mostrado na projeção da Figura 43. O trimestre JFM deverá apresentar aumento da deficiência hídrica de até 200 mm na parte sudeste, com valores mais elevados também sendo observado na região da Baixada. Em AMJ, a projeção indica aumento da deficiência hídrica no centro-sul, com valores em torno de 240 mm e de até 20 mm no extremo norte. Os trimestres secos JAS e OND, deverão ficar mais secos, com intensificação e expansão das áreas com deficiência hídrica com valores de 360 mm a 480 mm, respectivamente. O menor impacto será observado no extremo norte da região.

Figura 42 - Anomalia de deficiência hídrica média anual (mm) entre o modelo ETA-HadGEM_ES para o cenário RCP 4.5 para o período de 2020 a 2059 e a climatologia

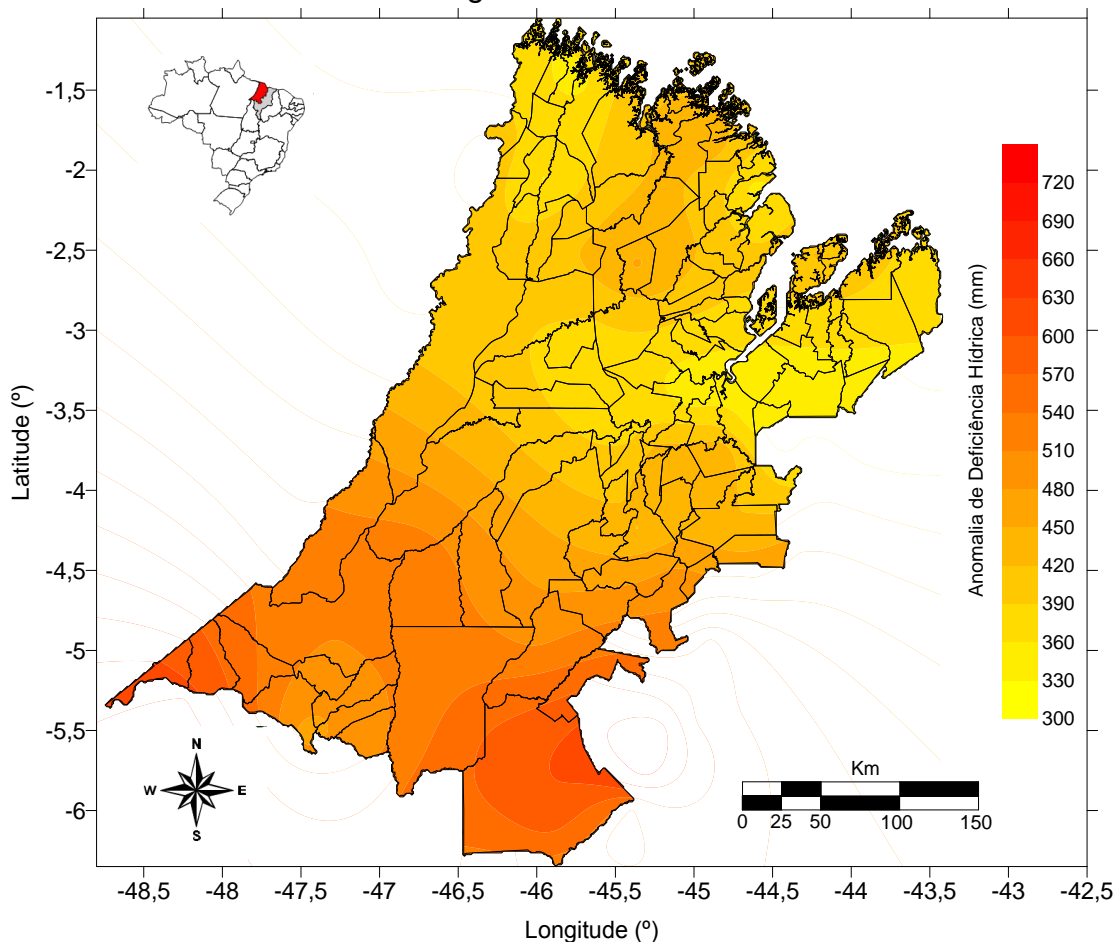
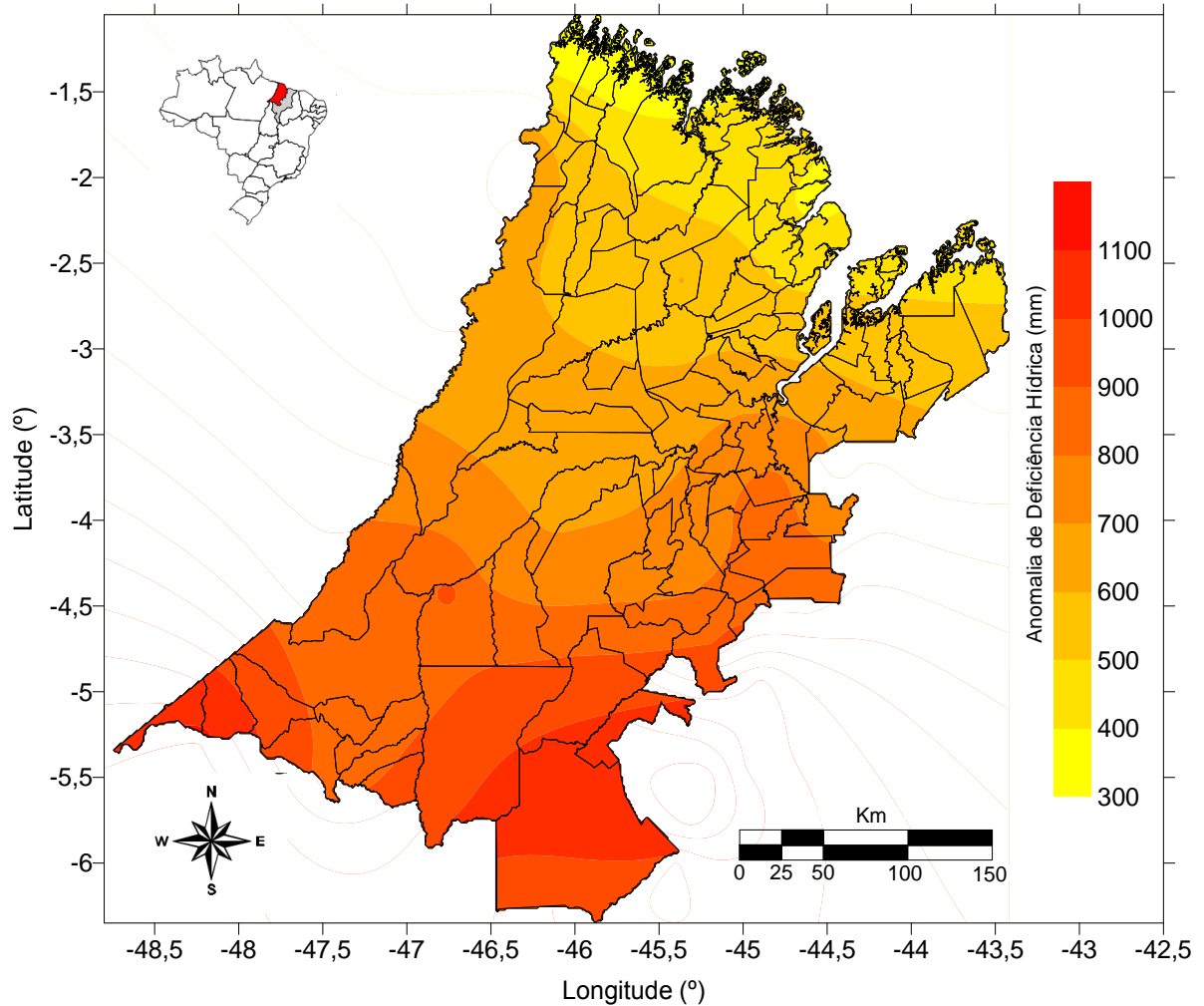


Figura 43 - Anomalia de deficiência hídrica média anual (mm) entre o modelo ETA-HadGEM_ES para o cenário RCP 8.5 para o período de 2020 a 2059 e a climatologia



3.5 Excesso hídrico

Em termos anuais, para a projeção considerando o cenário mais otimista, deverá ocorrer redução da disponibilidade hídrica, com anomalias predominantemente negativas de excesso hídrico, sendo mais expressiva no norte da região com valores que deverão alcançar 650 mm, conforme observado na Figura 44, por outro lado, as menores anomalias negativas de excesso hídrico ocorrerão na parte sudeste da região. Considerando a variação sazonal, os trimestres mais chuvosos JFM e AMJ deverão sofrer diminuição quantitativa de excesso hídrico em relação as condições normais. As reduções serão mais acentuadas na parte Sudoeste e na região do Gurupi no trimestre JFM, onde as reduções devem alcançar 320 mm e 200 mm, respectivamente. No trimestre AMJ as

reduções serão mais acentuadas no Norte da região com valores da ordem de 500 mm, com menor impacto no centro-sul. No trimestre mais seco, JAS, o excesso hídrico apresenta as menores anomalias com redução que deverá variar entre 2 mm e 35 mm, no norte da região.

A distribuição espacial anual da projeção de excesso hídrico para os próximos 40 anos para o cenário pessimista 8.5, Figura 45, se assemelha a projeção do cenário mais otimista, porém com redução de excesso hídrico mais acentuada, da ordem de 750 mm na parte norte da região. Em termos quantitativos, não haverá neste cenário, em comparação com o cenário mais otimista, grande redução do excesso hídrico. Haverá apenas diferença na distribuição espacial onde as maiores reduções de excesso hídrico ocorrerão, no cenário pessimista, nas partes sudoeste, centro, nordeste e norte do bioma para o trimestre JFM e no extremo norte no trimestre AMJ. O padrão espacial no trimestre JAS, é similar ao padrão espacial observado no mesmo período do cenário mais otimista, com pequena redução das anomalias negativas.

Figura 44 - Anomalia do excesso hídrico médio anual (mm) entre o modelo ETA-HadGEM_ES para o cenário RCP 4.5 para o período de 2020 a 2059 e a climatologia

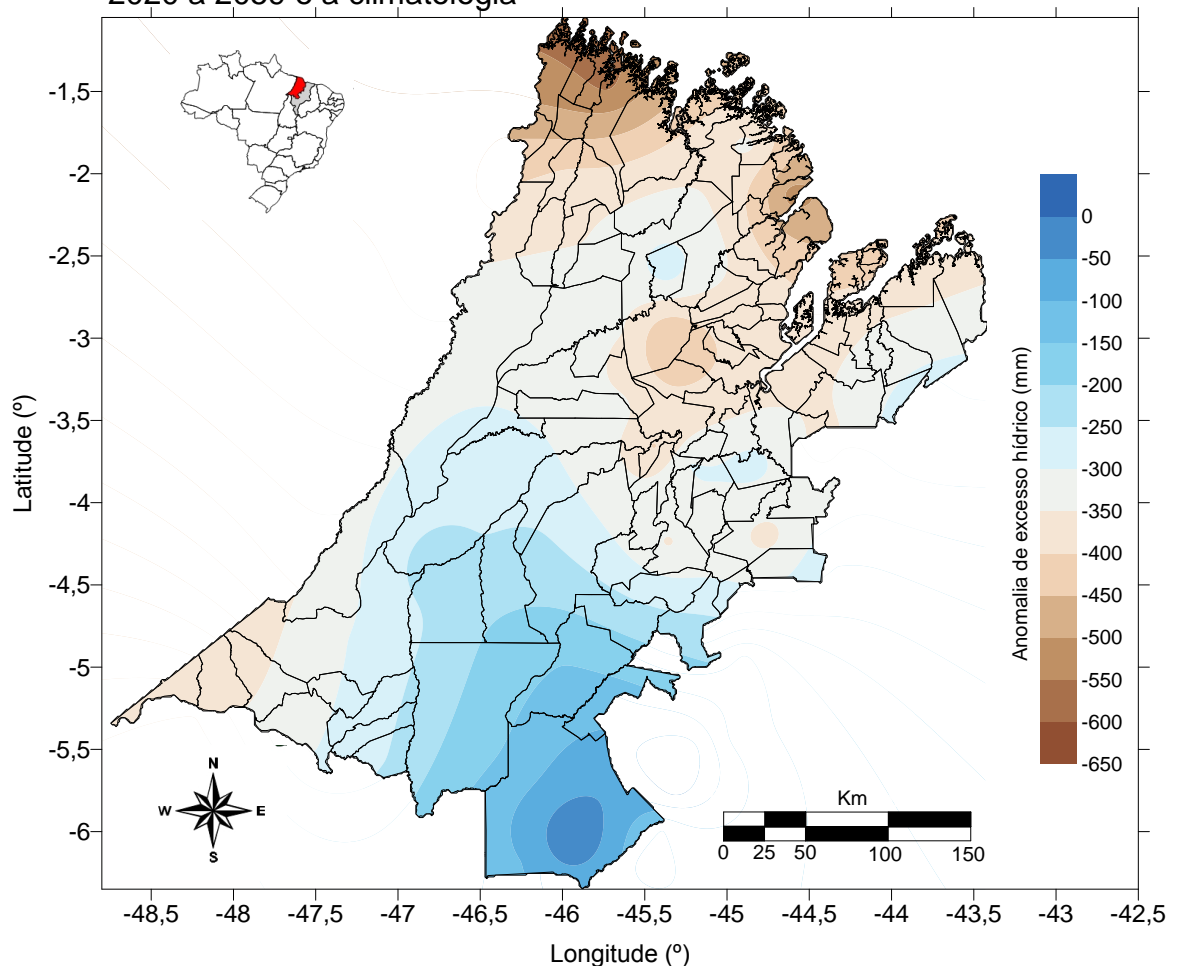
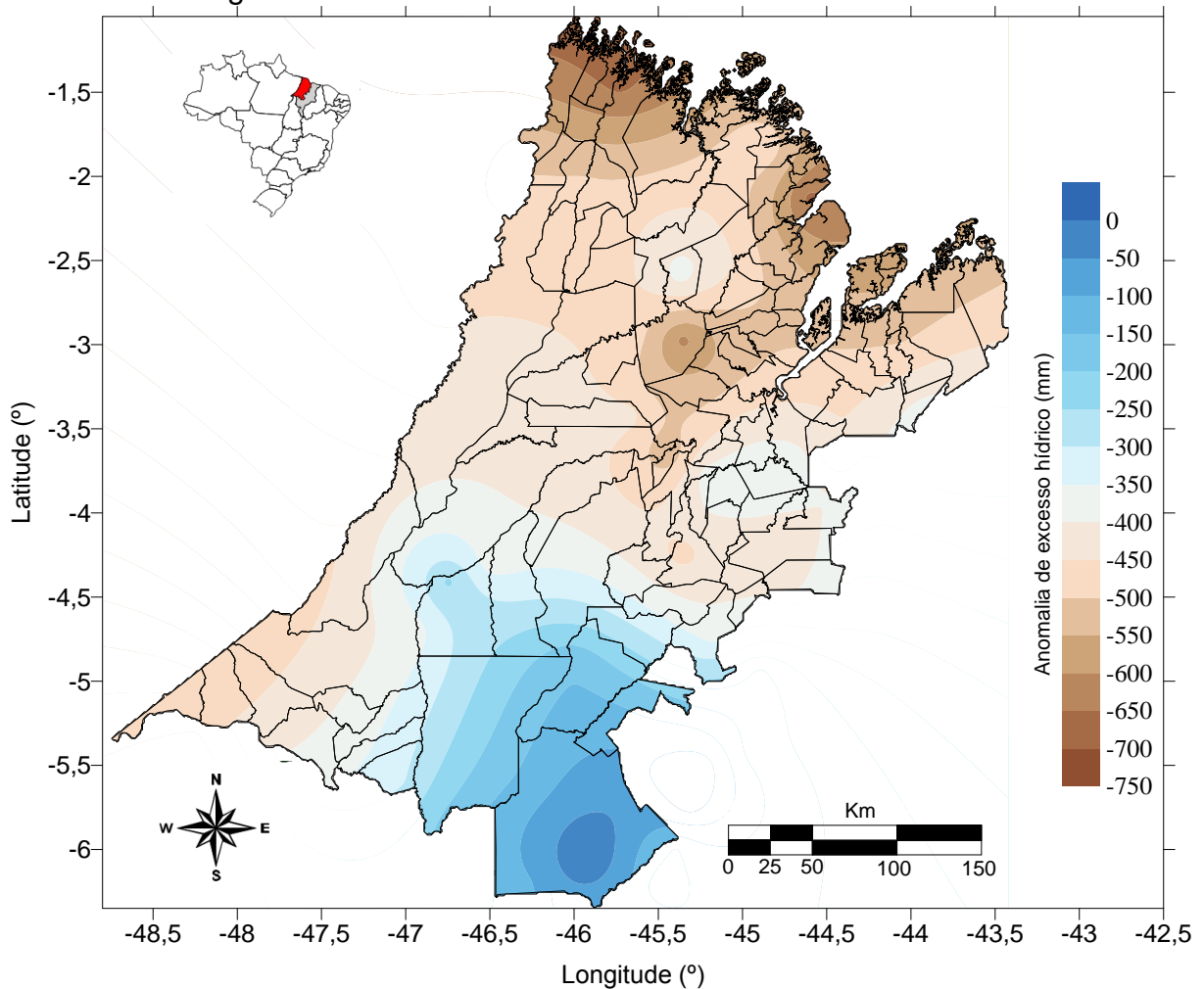


Figura 45 - Anomalia do excesso hídrico médio anual (mm) entre o modelo ETA-HadGEM_ES para o cenário RCP 8.5 para o período de 2020 a 2059 e a climatologia



3.6 Erosividade das chuvas

Anualmente, o potencial erosivo das chuvas, projetado para o cenário 4.5, deverá ser menor em comparação com as condições normais, com anomalias predominantemente negativas, Figura 46. Os menores impactos deverão ser observados no setor norte da região do bioma e maior na parte sudeste. Para o trimestre JFM, as anomalias serão negativas, com menor potencial erosivo no centro-sul e região do Gurupi, por outro lado, na parte central e norte o potencial erosivo provocado pelas chuvas deverá ser maior, com anomalias positivas. No trimestre AMJ haverá predominantemente redução do potencial erosivo das chuvas em toda a área do bioma. Em JAS, as chuvas já encontram-se reduzidas e com potencial de erosividade baixos e predominantemente negativos, com exceção do

extremo sul da região, que apresenta ligeiro aumento. No trimestre OND, as anomalias são predominantemente positivas, com os maiores valores sendo observados no sudoeste, leste e região do Gurupi.

Para o cenário 8.5, considerado pessimista, Figura 47, a projeção anual média para os próximos 40 anos indica menor potencial de erosividade das chuvas, principalmente no extremo norte da região. A projeção também indica menor potencial de erosividade para o trimestre JFM e AMJ, com exceção do extremo sudeste, onde as anomalias são ligeiramente positivas. Em JAS, com exceção do oeste da região, as anomalias serão positivas, ou seja, a erosividade deverá ser maior em relação as condições normais. No trimestre OND, as anomalias deverão ser negativas, mostrando novamente, redução do poder erosivo das chuvas em relação as condições normais.

Figura 46 - Anomalia da erosividade das chuvas média anual (mm) entre o modelo ETA-HadGEM_ES para o cenário RCP 4.5 para o período de 2020 a 2059 e a climatologia

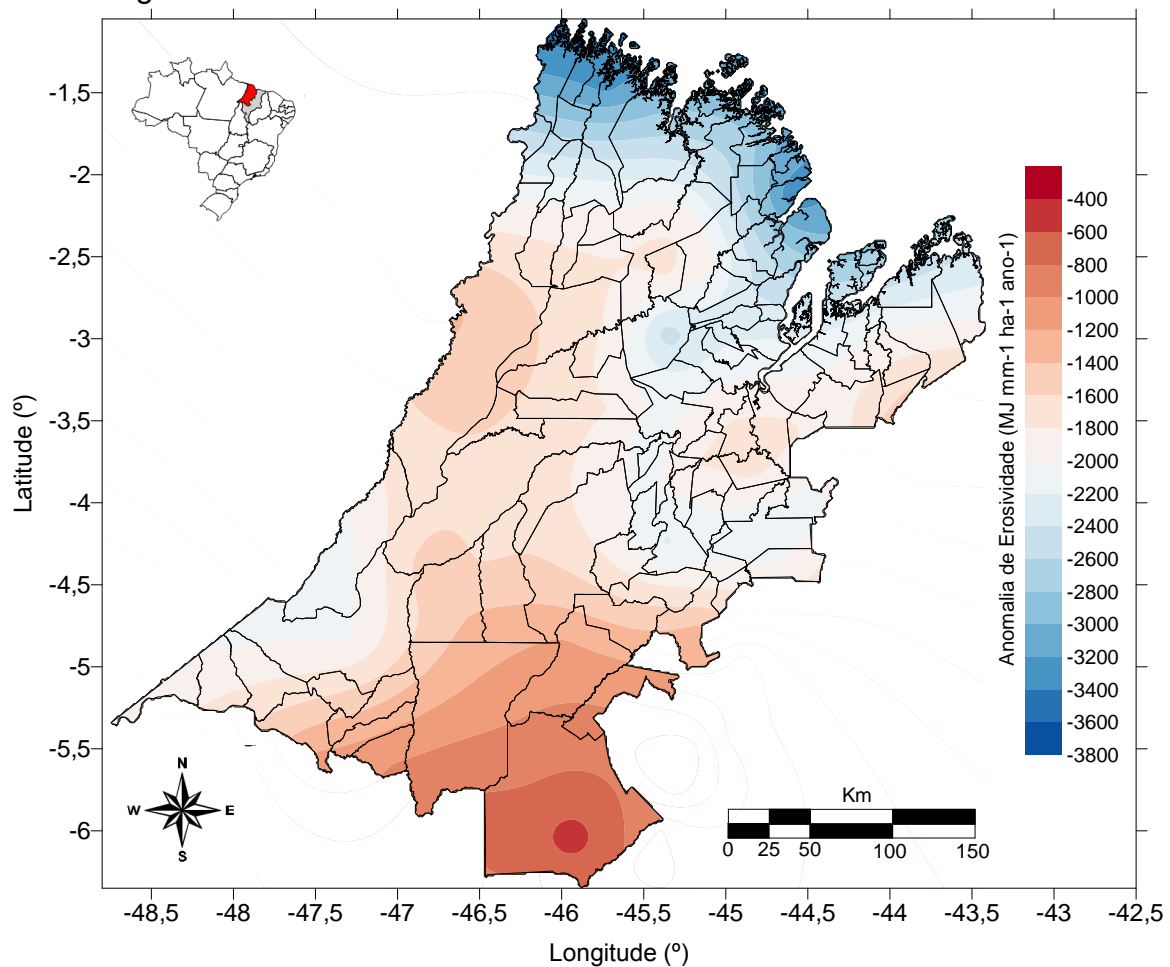
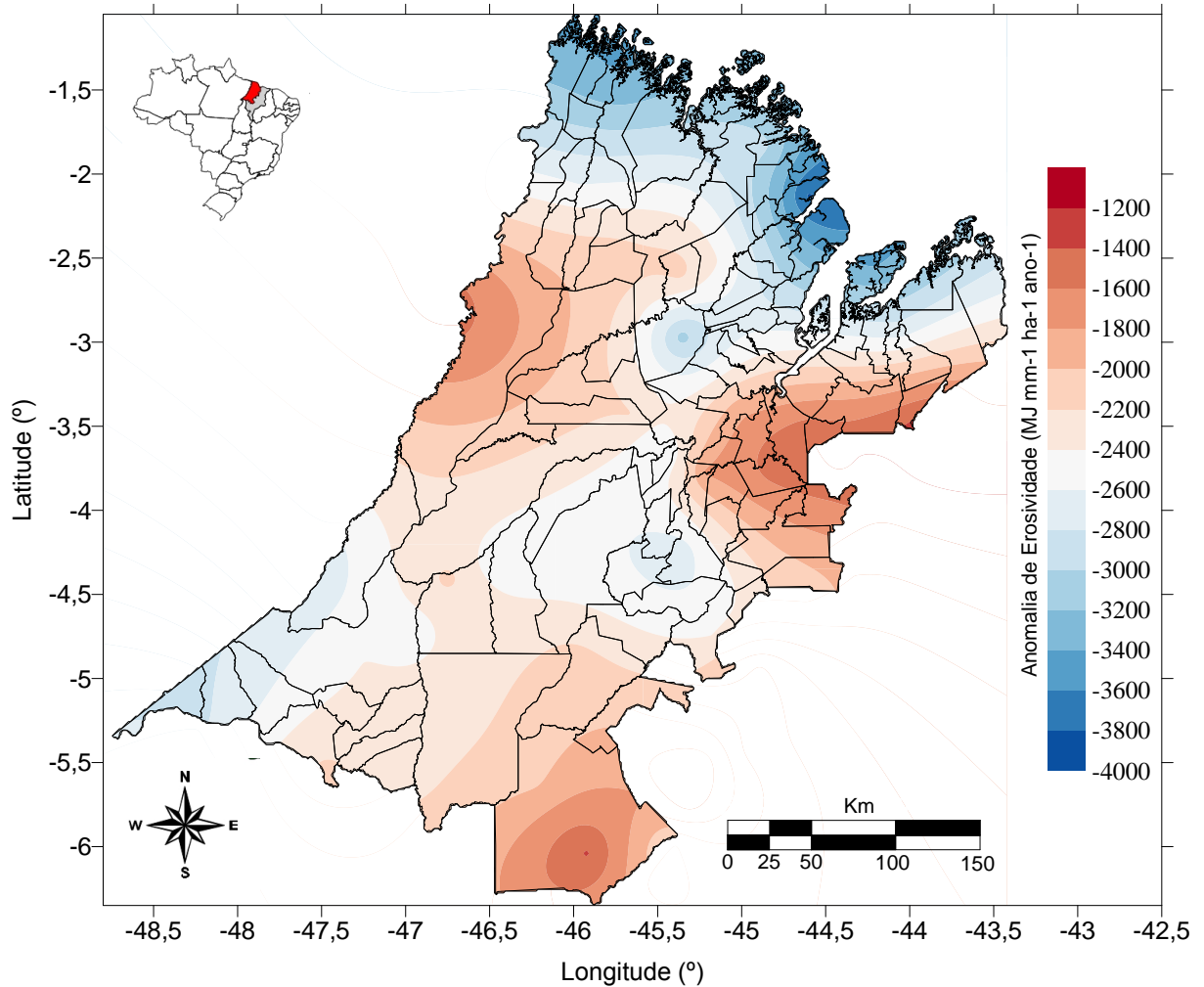


Figura 47 - Anomalia da erosividade das chuvas média anual (mm) entre o modelo ETA-HadGEM_ES para o cenário RCP 8.5 para o período de 2020 a 2059 e a climatologia



3.7 Índice de aridez

A distribuição espacial do índice de aridez indica expansão da área considerada semiárida em relação as condições normais para os dois cenários analisados. Para o cenário mais otimista, Figura 48, observa-se que a área semiárida projetada compreende o sudeste da região, por outro lado, considerando o cenário pessimista, Figura 49, a área projetada avança para o centro-sul da região. Observa-se ainda, comparando os dois cenários, o recuo da área com características subúmido úmido para o extremo norte e um avanço, para esta região, da área subúmida seco.

Figura 48 - Índice de aridez médio (mm) segundo modelo ETA-HadGEM_ES para o cenário RCP 4.5 para o período de 2020 a 2059

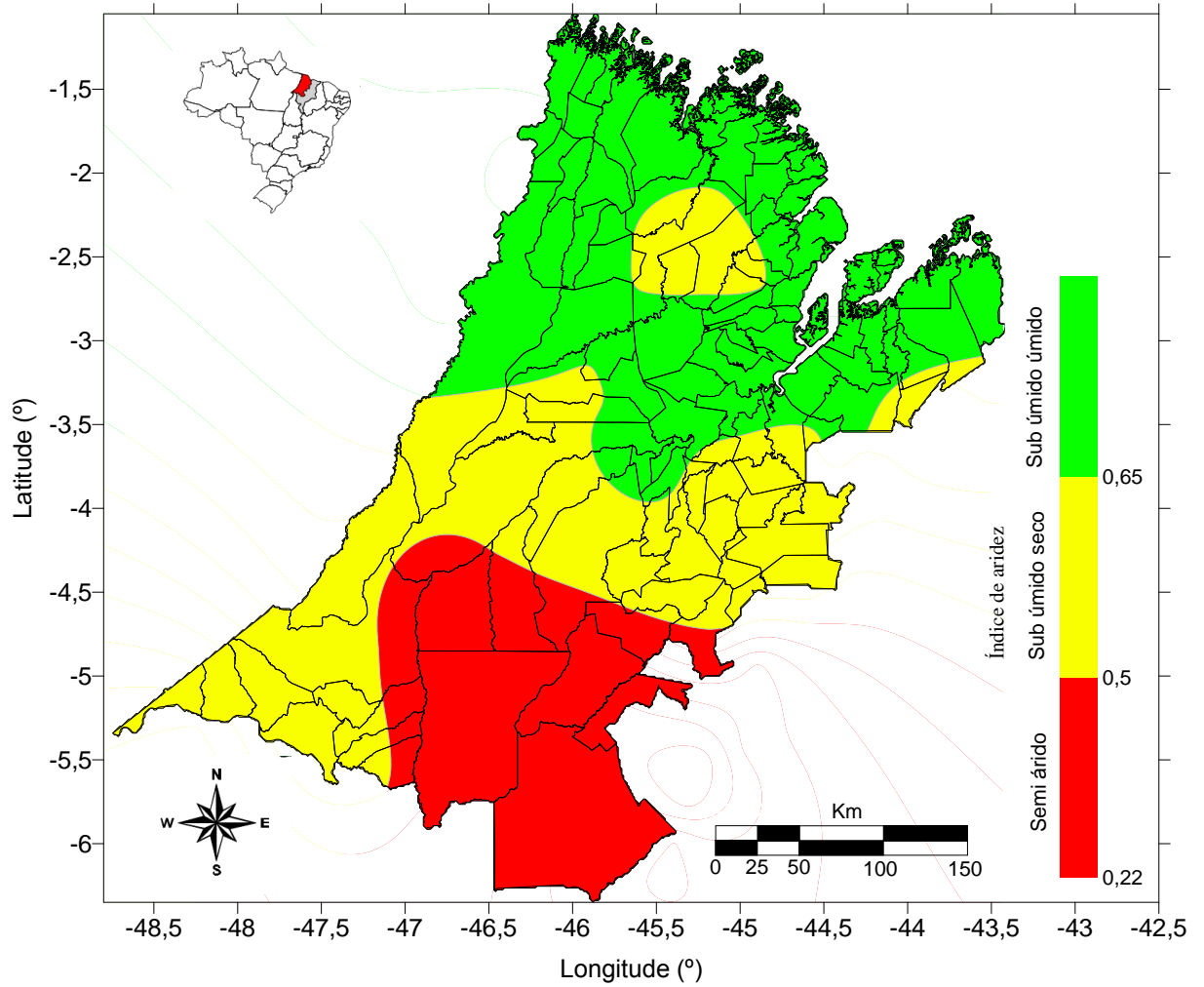
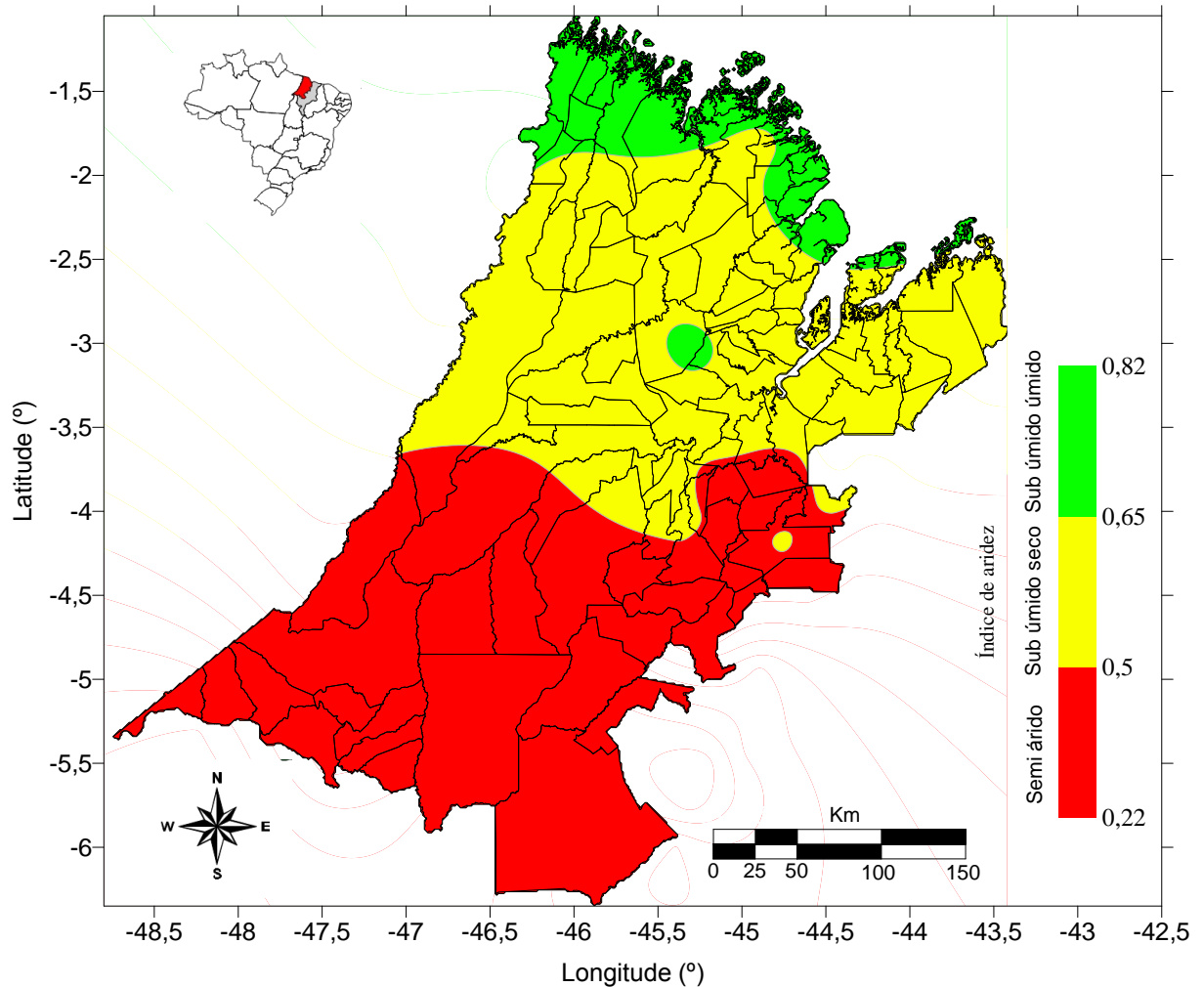


Figura 49 - Índice de aridez médio (mm) segundo modelo ETA-HadGEM_ES para o cenário RCP 8.5 para o período de 2020 a 2059



4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

4.1 Diagnóstico Climático

Para o diagnóstico climático foram elaborados mapas temáticos mostrando a distribuição espacial dos principais elementos climáticos (precipitação pluvial e temperatura do ar), indicadores de seca (índice de aridez), processos erosivos (índice de erosividade das chuvas), disponibilidade hídrica (evapotranspiração, excesso e deficiência de água) e indicadores de risco climático para a definição das épocas de plantio para culturas de sequeiro.

Os dois principais sistemas meteorológicos produtores de chuvas no Bioma Amazônico maranhense são: a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que atua predominantemente na parte norte da região e a Zona de Convergência do

Atlântico Sul, mais efetiva na parte sul. Na parte norte está concentrado os maiores volumes pluviométricos, com totais anuais superiores a 2000 mm. Por outro lado, na parte sul os totais anuais são inferiores a 1500 mm.

A temperatura média anual do ar na região do Bioma Amazônia do Maranhão é de 27,3 °C. As maiores temperaturas médias ao longo do ano, concentram-se mais ao norte, já em contrapartida as menores estão localizadas no extremo sul do bioma amazônico maranhense.

As maiores perdas de água para a atmosfera ao longo do ano por meio da evaporação e transpiração das plantas, assim como os excedentes hídricos, concentram-se no setor norte, enquanto que os menores valores de evapotranspiração potencial, ocorre na região sul do Bioma Amazônico maranhense.

Os maiores índices de erosividade das chuvas e os possíveis efeitos em causar erosão do solo ao longo do ano, ocorrem na região norte da região de estudo, enquanto os menores índices de erosividade no setor sul do bioma amazônico maranhense.

Neste estudo observou-se que grande parte do Bioma Amazônico pertence ao clima de categoria subúmido úmido. Entretanto encontrou-se mais três tipos climáticos: úmido, nos extremos norte e noroeste e parte da Baixada maranhense; subúmido seco, no extremo sul do bioma e semiárido no município de Grajaú.

Os resultados adquiridos até o momento expressam de forma eficiente o comportamento do clima na área de estudo. Esses resultados servirão como base para a execução das demais etapas, em especial o prognóstico climático.

4.2 Cenários Perspectivos (Anos secos, normais e chuvosos)

Os cenários na ótica perspectiva, ou seja, de possibilidades para anos secos, normais e chuvosos são importantes para a tomada de decisão e planejamento estratégico, possibilitando definir ações, de forma antecipada, que possam minimizar os impactos causados devido a variabilidade das chuvas, podendo afetar a disponibilidade de água para a agricultura, abastecimento, geração de energia, etc., bem como, as condições ambientais do bioma.

Nos anos secos a redução média anual de chuvas na área do bioma, quando comparado a climatologia, foi da ordem de 29%. Nos anos chuvosos, o aumento no volume de chuvas foi da ordem de 35% em relação a climatologia. A variabilidade das chuvas afeta o poder erosivo, durante a época seca, o poder erosivo das chuvas reduz, em média, 29% em relação a climatologia, por outro lado, durante os anos chuvosos o potencial erosivo aumenta em 40%, em relação a climatologia. Não se constatou mudanças significativas na temperatura do ar, principalmente nos anos normais e secos, quando se observou ligeiro aumento. Já nos anos chuvosos, a redução da temperatura foi um pouco mais pronunciada em relação a climatologia.

O balanço hídrico se mostrou uma ferramenta essencial para a confirmação das condições a que está sujeita a Amazônia maranhense diante de cenários de aumento ou diminuição da precipitação pluviométrica, bem refletido nos mapas de excedente hídrico e deficiência hídrica.

4.3 Cenários Prospectivos (Mudanças Climáticas)

Os resultados das projeções obtidas do modelo de mudanças climáticas regional para a região do Bioma Amazônico Maranhense para os cenários analisados mostraram:

- Aumento da temperatura do ar, principalmente no cenário mais pessimista;
- Gradativa redução dos totais de chuvas;
- Aumento das perdas de água por evapotranspiração potencial;
- Aumento da deficiência hídrica, com ocorrência até mesmo na época das chuvas;
- Redução do excesso hídrico;
- Avanço das áreas de semiaridez;
- Redução do potencial erosivo das chuvas.

Dentre os impactos esperados frente aos cenários apresentados nos regimes térmicos e de precipitação para os próximos 40 anos pode-se citar:

- Redução da disponibilidade das reservas hídricas com efeito direto no ciclo hidrológico e conseqüentemente todo o ecossistema da região e a biodiversidade existente. A redução da disponibilidade hídrica além de

afetar o ecossistema da região poderá impactar no abastecimento de água das comunidades e a demanda hídrica para a agricultura de sequeiro e irrigada;

- Aumento do número de queimadas e da extensão das áreas atingidas, resultando em perdas florestais, da fauna e degradação do solo.
- Perda de biodiversidade e das condições de subsistência da população local.
- Redução do nível dos rios;
- Perda de biomassa e produtividade da floresta e intensificação da seca, resultando em perda de biodiversidade, pois a espécies vegetais existentes no bioma depende da regularidade do regime de chuvas e das condições de umidade do solo;
- Aumento do tempo de resiliência do ecossistema;
- Redução da erosividade das chuvas considerando a escala temporal utilizada (anual e sazonal), porém, não estão descartadas ocorrências de eventos extremos de chuvas em escala de tempo menor, o que pode contribuir para a intensificação do processo erosivo do solo.
- Mudança do teor de umidade do solo que poderá levar a degradação/compactação e perda de produtividade, ameaçando a agricultura local e a segurança alimentar dos agricultores de subsistência;
- Processo de desertificação, principalmente no Centro-Sul do bioma, que poderá promover a esterilidade do solo, perda de nutrientes e da capacidade de produção das áreas afetadas;
- Alteração da composição arbórea favorecendo às espécies mais adaptadas as condições semiáridas.

BLACK, T. L. **The New NMC Mesoscale Eta model**. Description and forecast examples. *Weather and Forecasting*, v. 9, n. 2, p. 265-278, jun. 1994.

CHOU, S. C. et al. **Evaluation of the Eta simulations nested in three global climate models**. *American Journal of Climate Change*, v. 3, n. 5, p. 438-454, dez. 2014a.

CHOU, S. C. et al. Assessment of climate change over South America under RCP 4.5 and 8.5 downscaling scenarios. **American Journal of Climate Change**, v. 3, p. 512-525, dez. 2014b.

COLLINS, W. J. et al. **Development and Evaluation of an Earth-System Model-HadGEM2**. *Geoscientific Model Development*, v. 4, n. 4, p. 1051-1075, nov. 2011.

Fan, Y.; and H. van den Dool (2008), **A global monthly land surface air temperature analysis for 1948-present**, *J. Geophys. Res.*, 113, D01103, doi:10.1029/2007JD008470.

MARTIN, G. M. et al. **The HadGEM2 family of Met Office Unified Model climate configurations**. *Geoscientific Model Development*, v. 4, n. 3, p. 723-757, set. 2011.

MESINGER, F. et al. **An upgraded version of Eta Model**. *Meteorology and Atmospheric Physics*, v. 116, n. 3, p. 63-79, mai. 2012.

MIOTTO, K. **Amazônia Maranhense requer atenção para continuar existindo**. Disponível em: <https://www.oeco.org.br/reportagens/25649-amazonia-maranhense-requer-atencao-para-continuar-existindo/>. Acesso em: jun. de 2019.

MOSS, R. H. et al. **The next generation of scenarios for climate change research and assessment**. *Nature*, v. 463, n. 7282, p. 747–756, fev. 2010.

PENMAN H.L. (1953). **The physical basis of irrigation control**. In: 13th International Horticultural Congress, London: Royal Horticultural Society, 2: 913-914.

SPINELLI-ARAÚJO, L. et al. **Conservação da biodiversidade do estado do Maranhão: cenário atual em dados geoespaciais/Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente**, 2016.

WATANABE, M. et al. **Improved climate simulation by MIROC5: mean states, variability, and climate sensitivity**. *Journal of Climate*, v. 23, n. 23, p. 6312–6335, dez. 2010.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. **Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning**. Washington, DC: USDA, 1978. (Agriculture handbook, 537). <https://www.oeco.org.br/reportagens/25649-amazonia-maranhense-requer-atencao-para-continuar-existindo/>

Equipe

Elienê Pontes de Araújo (Coordenadora); Adriano Venturieri; José Raimundo N. Ferreira Gama; Moacir Azevedo Valente; Gustavo Souza Valladares; Marcelino Silva Farias Filho; Luiz Guilherme Teixeira Silva; Sandra Maria Neiva Sampaio; José Ferreira da Rocha; João Firminiano da Conceição Filho; Tassio Koiti Igawa; Antônio Guilherme Campos; Deysiele Viana de Oliveira; Idevan Gusmão Soares; Silvio Aurélio Cavalcante; Jucivan Ribeiro Lopes (colaborador); Hauanen Araújo Rocha (colaboradora); Danúbio Pinheiro Campo (colaborador).

1 INTRODUÇÃO

O Bioma Amazônia abrange sete milhões de quilômetros quadrados, onde a biodiversidade se destaca como uma de suas características mais marcantes, sendo assim, reconhecido como a maior reserva natural do planeta. Entretanto, apesar de sua incalculável importância ambiental, há pouco mais de três décadas a expansão da fronteira agrícola contribuiu para mudanças significativas na paisagem através do desmatamento indiscriminado, ocasionando a perda de serviços ecossistêmicos.

Neste contexto, se insere a Amazônia Maranhense correspondendo a 81.208,40 km², representando 24,46% do território do Estado (MPEG, 2011) que ao longo do tempo vem sofrendo desmatamento, retirada ilegal de madeira, mineração, produção de carvão e pecuária. Para Sampaio et al. (2017), considerando estes aspectos, o curso da dinâmica da estruturação territorial, descritos em relatórios oficiais, dizem respeito ao insucesso do planejamento, a falta de organização espacial ou a limitação de recursos financeiros, cuja dimensão é inerente à sustentabilidade.

Neste sentido, a identificação dos ambientes naturais e de suas fragilidades potenciais e emergentes tem fundamental importância para subsidiar a gestão do uso sustentável, a partir da efetivação de diretrizes e ações no espaço físico-territorial, com melhores possibilidades de uso, locação de infraestrutura e definição de atividades econômicas, sociais e ambientais. O “Zoneamento Ecológico-Econômico” dessa região objetiva atender essas demandas por meio da gestão de um processo de desenvolvimento sustentável. Esse estudo conterà um grande elenco de resultados de pesquisa que servirão de indicadores para elaboração de ações estratégicas concretas por parte dos gestores estadual e municipais, que visem solucionar os entraves identificados e assim promover de forma mais eficaz o desenvolvimento desejado.

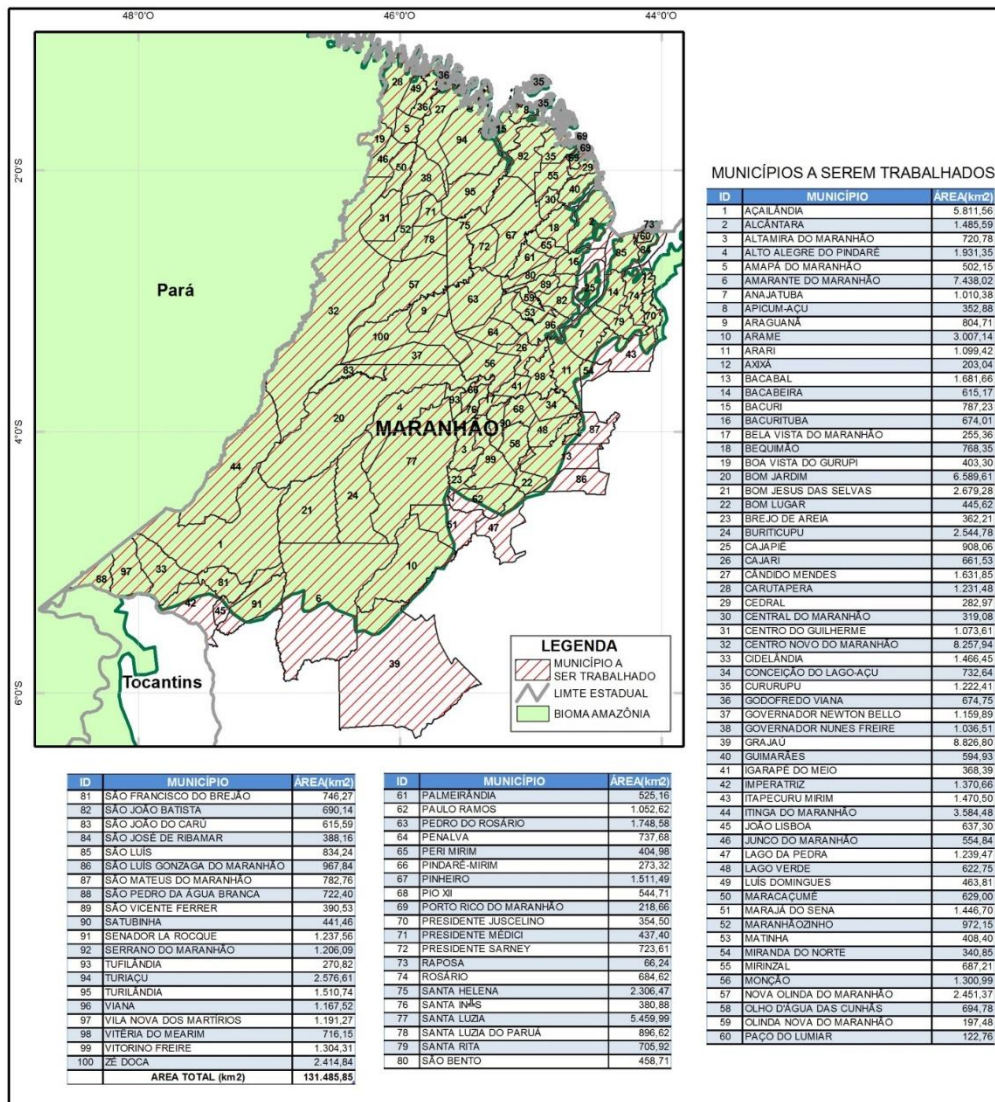
Um dos temas importantes que servirão de subsídio à elaboração do referido zoneamento é o “Mapeamento de Solos e Aptidão Agrícola das Terras e Uso e Cobertura Vegetal”. Trata-se de um plano de ação, contemplado no projeto “Desenvolvimento de Estudos dos Recursos Naturais no Estado do Maranhão”, que está sendo executado através do “Contrato de Cooperação Técnico-Científica” celebrado entre a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), a Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) e a Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão (FAPEAD) na condição de interveniente.

O presente relatório é o resultado dos estudos preliminares, em fase de andamento, executados em escritório e campo, na parte sul do bioma Amazônia no Estado do Maranhão.

2 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada no Bioma Amazônia do Estado do Maranhão, representando 24,46% do território maranhense (IBGE, 2002) e encontra-se localizada na parte ocidental do Maranhão, entre as coordenadas 0° 47' 33" e 05° 37' 02" de latitude Sul e 43° 37' 54" e 48° 53' 05" de longitude Oeste, onde estão incluídos 100 municípios (Figura 1).

Figura 1 – Mapa de Localização da área mapeada no Bioma Amazônia Maranhão

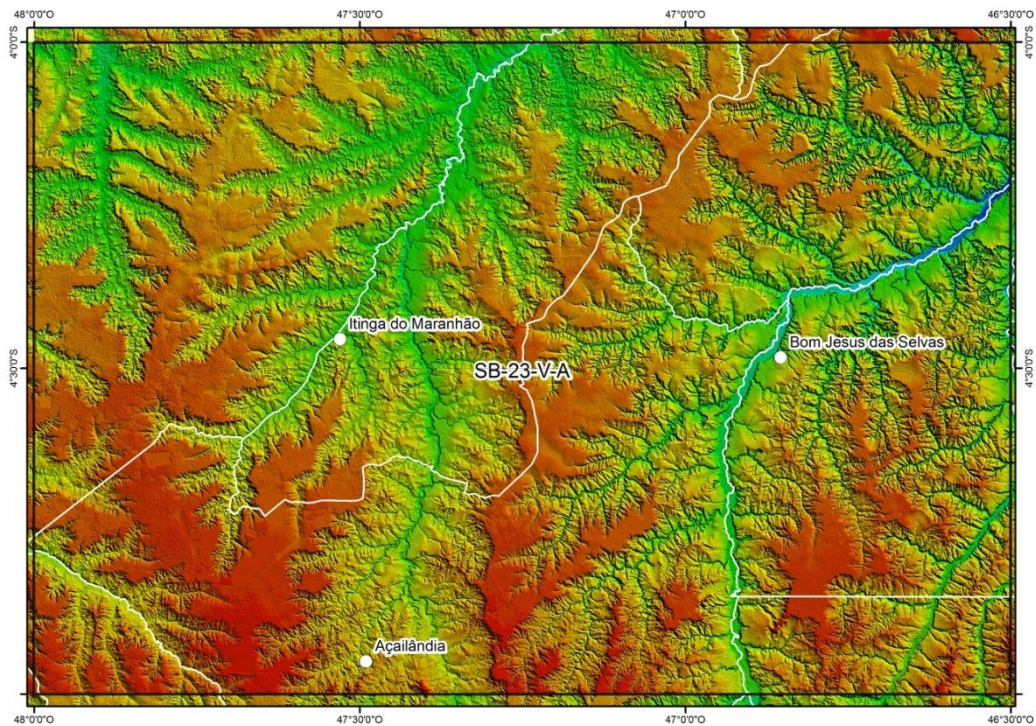


3 METODOLOGIA

3.1 Confecção do mapa de solos

O mapa de solos foi confeccionado com base nos dados disponibilizados pelo Centro Nacional de Pesquisa de Solos (CNPq) da EMBRAPA/RJ. Para o detalhamento das unidades de mapeamento foram utilizadas imagens de Radar do Projeto TOPODATA (INPE DSR, 2013) e imagens do satélite Advanced Land Observing Satellite (ALOS/PAL-SAR) do portal de dados *Alaska Satellite Facility* (NASA, 2011) (Figura 2).

Figura 2 – Imagem de Radar em Composição Colorida do Projeto TOPODATA



Fonte: INPE DSR (2013)

Esta ferramenta é de extrema importância para se realizar ajustes necessários na delimitação das unidades de mapeamento, principalmente, no que se refere à classificação do relevo, conforme os critérios constantes no “Manual Técnico de Pedologia” (IBGE, 2015), pois o relevo é o elemento de interpretação de maior importância na elaboração de mapas pedológicos.

Os trabalhos de campo foram realizados em áreas previamente selecionadas de acordo com os padrões fisiográficos identificados nas imagens de radar. Nessas áreas foram abertas trincheiras (perfis) para descrição morfológica e coleta de amostras de solos, de acordo com os procedimentos contidos no Manual de Descrição e Coleta de Solos no Campo (LEMOS; SANTOS, 1996). As análises físico-químicas das amostras de solos foram analisadas no laboratório de análises de solos da Embrapa Amazônia Oriental, de conformidade com os métodos contidos no Manual de Métodos de Análise de solos (CLAESSEN, 1997).

Foram descritos e coletados perfis de solos completos representativos da área de estudo, em que amostras de todos os horizontes foram encaminhadas para laboratórios de solos. As amostras coletadas serão caracterizadas quanto às propriedades físicas e químicas, de acordo com a metodologia preconizada no manual de descrição e coleta de solos no campo (SANTOS et al., 2006) e adotou-se o atual Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS et al., 2018), para a classificação expedita em campo.

A classificação taxonômica dos solos foi feita com base nos atributos diagnósticos físicos e químicos dos solos até o 4º nível categórico (subgrupo) de acordo com as normas em uso no Brasil contidas no “Sistema de Classificação de Solos” (SANTOS et al., 2013). Foram também incluídas na classificação taxonômica, as fases de relevo que qualificam as condições de declividade.

O mapa final de solos foi confeccionado na **escala 1:250.000**, enquadrando na modalidade **Reconhecimento de Média Intensidade**, tendo como objetivos a facilidade de planejamento em grandes áreas, elaboração de projetos agrícolas ou áreas para colonização, assim como instalação de núcleos de colonização e estações experimentais (IBGE, 2015).

3.2 Confeção do mapa de Aptidão Agrícola das Terras

A confecção do mapa de aptidão agrícola das terras foi baseada na interpretação dos atributos diagnósticos dos solos de acordo com a metodologia proposta por Ramalho Filho & Beek (1995), em uso no Brasil. O nível tecnológico adotado para análise do grau de intensidade dos fatores limitantes do uso da terra (deficiência de fertilidade; deficiência de água; excesso de água ou deficiência de oxigênio; susceptibilidade à erosão e impedimento à mecanização) é baseado em práticas agrícolas que refletem um alto nível tecnológico com investimento de capital, utilização de resultados de pesquisa e uso de insumos modernos para manejo, melhoramento e conservação dos solos e das lavouras ou pastagens.

Para facilitar o entendimento por parte dos usuários, foi adotada a simbologia simplificada já em uso no Estado do Pará (VENTURIERI et al., 2010, 2016), como se descreve a seguir:

B/A – Terras que apresentam classe de aptidão BOA para agricultura.

R/A – Terras que apresentam classe de aptidão REGULAR para agricultura.

B/P - Terras que apresentam classe de aptidão BOA para pecuária.

R/P - Terras que apresentam classe de aptidão REGULAR para pecuária

N/R - Terras NÃO RECOMENDADAS para atividades agropecuárias.

4 RESULTADOS

4.1 Quantificação e Representação Cartográfica das Classes de Solos Dominantes

Os resultados apresentados referem-se as atividades de escritório, resultados de pesquisa de campo publicados em estudos anteriores (EMBRAPA.SNLCS, 1982 e 1986 e VENTURIERI et al., 2017), Mapeamento dos solos do “PROGRAMA + IDH” (NU-GEO/UEMA, 2017) e pesquisas de campo do ZEE.

Para se proceder as correlações necessárias para validação da classificação taxonômica dos solos (SANTOS et al., 2018) e aferição nos limites dos polígonos das unidades de mapeamento, foram feitas 228 (duzentas e vinte e oito) observações nas áreas com possibilidade de acesso, descritos 63 (sessenta e três) perfis de solos (tabela 01) e mais 41 (quarenta e um) perfis preexistentes conforme pode ser observado nas tabelas 02,03,04 e 05.

Tabela 1 - Relação das amostras de solos protocoladas no laboratório da Embrapa Amazônia Oriental para as análises físicas e químicas

Identificação das Amostras	Local de coletas das amostras (Municípios)	Nº Amostras por perfil	Classificação Taxonômica Preliminar até o 4º nível categórico (Subgrupos)
Perfil 1	Arame	6	ARGISSOLO AMARELO Distrocoeso típico
Perfil 2	Amarante do Maranhão	5	GLEISSOLO HÁPLICO Distrófico típico
Perfil 3	Arame	6	ARGISSOLO AMARELO Distrocoeso típico
Perfil 4	Arame	6	ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico
Perfil 5	Arame	6	ARGISSOLO AMARELO Distrocoeso típico
Perfil 6	Arame	16	NEOSSOLO FLÚVICO Distrófico típico
Perfil 7	Arame	6	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico
Perfil 8	Arame	7	ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico

Perfil 9	Marajá do Sena	6	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico
Perfil 10	Santa Luzia	6	ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico
Perfil 11	Brejo de Areia	6	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico
Perfil 12	Satubinha	6	PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico típico
Perfil 13	Satubinha	7	PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico típico
Perfil 14	Satubinha	7	PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico típico
Perfil 15	Satubinha	5	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico plintossólico
Perfil 16	Satubinha	5	PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico típico
Perfil 17	Conceição do Lago-Açu	5	PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico típico
Perfil 18	São João do Carú	6	PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico típico
Perfil 19	São João do Carú	6	PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico típico
Perfil 20	Governador Newton Bello	5	PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico típico
Perfil 21	Governador Newton Bello	7	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plintossólico
Perfil 22	Governador Newton Bello	6	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico fragipânico
Perfil 23	Pedro do Rosário	6	ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico
Perfil 24	Pedro do Rosário	7	PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico típico
Perfil 25	Cajari	7	PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico típico
Perfil 26	Cajari	5	PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico típico
Perfil 68	Santa Luzia do Paruá	6	PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico típico
Perfil 69	Maranhãozinho	7	PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico típico
Perfil 70	Centro do Guilherme	5	PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário típico
Perfil 71	Centro Novo do Maranhão	6	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico
Perfil 72	Maracaçumé	7	PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário típico
Perfil 73	Turilândia	6	PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário típico
Perfil 74	Governador Nunes Freire	7	PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico típico
Perfil 75	Governador Nunes Freire	6	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico latossólico e plintossólico
Perfil 76	Cândido Mendes	7	PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico típico
Perfil 77	Luís Domingues	5	LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico
Perfil 78	Carutapera	5	LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico
Perfil 79	Carutapera	2	GLEISSOLO TIOMÓRFICO Órtico típico
Perfil 80	Turiaçu	6	LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico
Perfil 81	Turiaçu	7	PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico típico
Perfil 82	Turiaçu	6	ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico
Perfil 83	Bacuri	6	LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico
Perfil 84	Apicum-Açu	6	LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico
Perfil 85	Bacuri	6	ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Órtico típico
Perfil 86	Bacuri	6	LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico
Perfil 87	Cururupu	7	LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico
Perfil 110	Bacabal	5	ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico abrupático
Perfil 111	São Mateus do Maranhão	5	PLINTOSSOLO HÁPLICO Eutrófico petroplíntico
Perfil 112	Lago da Pedra	5	ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico abrupático
Perfil 113	Pio XII	5	PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Eutrófico abrupático

Perfil 114	Paulo Ramos	4	LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico
Perfil 115	Santa Luzia	5	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico
Perfil 116	Brejo de Areia	5	ARGISSOLO VERMELHO Distrófico típico
Perfil 117	Zé Doca	3	NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico
Perfil 118	Zé Doca	5	PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico abrupto
Perfil 119	Zé Doca	5	LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico
Perfil 120	Centro Novo do Maranhão	4	LATOSSOLO AMARELO Distrófico petroplíntico
Perfil 121	Alto Alegre do Pindaré	4	PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico típico
Perfil 122	Santa Luzia	5	ARGISSOLO VERMELHO Distrófico típico
Perfil 123	Itapecurumirim	5	PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico típico
Perfil 124	Presidente Juscelino	4	ESPODOSSOLO HUMILÚVICO Órtico arênico

Total: 63 Perfis (354 amostras)

Tabela 2 - Relação de amostras de solos na área do projeto com os resultados de análises de laboratório

Identificação das Amostras	Local de coletas das amostras (Municípios)	Classificação Taxonômica Preliminar até o 4º nível categórico (Subgrupos)
Perfil 27	Santa Luzia	LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico
Perfil 28	Santa Luzia	LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico
Perfil 29	Santa Luzia	LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico
Perfil 30	Tufilândia	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico
Perfil 31	Santa Luzia	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico
Perfil 32	Santa Luzia	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico
Perfil 33	Amarante do Maranhão	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico
Perfil 34	Bom Jesus das Selvas	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico
Perfil 35	Arame	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico
Perfil 36	Tufilândia	PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico típico

Fonte: EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Rio de Janeiro, 1982 (Boletim Pesquisa n° 15)

Tabela 3 - Relação de amostras de solos na área do projeto com os resultados de análises de laboratório

Identificação das Amostras	Local de coletas das amostras (Municípios)	Classificação Taxonômica Preliminar até o 4º nível categórico (Subgrupos)
Perfil 37	Grajaú	LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico
Perfil 38	Turiação	LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico
Perfil 39	Cidelândia	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico
Perfil 40	Paço do Lumiar	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico
Perfil 41	Imperatriz	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico

Perfil 42	Santa Inês	PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico típico
Perfil 43	Anajatuba	PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico típico
Perfil 44	São Bento	PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico típico
Perfil 45	Bacabeira	PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico típico
Perfil 46	Anajatuba	PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico típico
Perfil 47	Bom Jardim	PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico típico
Perfil 48	Bacabeira	PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico típico

Fonte: EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Rio de Janeiro, 1986 (Boletim de Pesquisa n° 35, v.1)

Tabela 4 - Relação de amostras de solos na área do projeto com os resultados de análises de laboratório

Identificação das Amostras	Local de coletas das amostras (Municípios)	Classificação Taxonômica Preliminar até o 4° nível categórico (Subgrupos)
Perfil 49	Bacabeira	PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário típico
Perfil 50	Itapecuru Mirim	PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário típico
Perfil 51	São João Batista	VERTISSOLO HIDROMÓRFICO Sálco típico
Perfil 52	Anajatuba	GLEISSOLO SÁLICO Sódico típico
Perfil 53	Anajatuba	GLEISSOLO SÁLICO Sódico típico

Fonte: EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Rio de Janeiro, 1986 (Boletim de Pesquisa n° 35, v.2)

Tabela 5 - Relação de amostras de solos na área do projeto com os resultados de análises de laboratório

Identificação das Amostras	Local de coletas das amostras (Municípios)	Classificação Taxonômica Preliminar até o 4° nível categórico (Subgrupos)
Perfil 54	Bom Jesus da Selvas	LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico
Perfil 55	São Luís Gonzaga do Maranhão	ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico típico
Perfil 56	Bacabeira	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO

Fonte: BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. PROJETO RADAM (Rio de Janeiro, 1973. V.II e III)

Tabela 6 - Relação de amostras de solos na área do projeto com os resultados de análises de laboratório

Identificação das Amostras	Local de coletas das amostras (Municípios)	Classificação Taxonômica Preliminar até o 4° nível categórico (Subgrupos)
Perfil 57	Santa Inês	PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Epieutrófico típico
Perfil 58	Santa Inês	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Epieutrófico típico
Perfil 59	Santa Inês	PLINTOSSOLO HÁPLICO Alítico típico
Perfil 60	Monção	GLEISSOLO MELÁNICO Alítico típico
Perfil 61	Monção	GLEISSOLO MELÁNICO Alítico típico

Perfil 62	Monção	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico latossólico
Perfil 63	Monção	PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Eutrófico abrupto
Perfil 64	Monção	PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Eutrófico típico
Perfil 65	Santa Inês	PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Eutrófico abrupto
Perfil 66	Arari	PLINTOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico
Perfil 67	Monção	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico latossólico

Fonte: VENTURIERI et al. Belém, PA; EMBRAPA Amazônia Oriental, 2017 (Série Documentos, 433)

Os resultados mostram que 78,48% do bioma é composto pelas seguintes classes de solos: Argissolo Vermelho-Amarelo (25,98%), Latossolo Amarelo (21,40%), Plintossolo Argilúvico (18,94%) e Gleissolo Tiomórfico (6,95%) e os Plintossolos Háplicos (5,21%). As classes restantes somam 21,52% do total de 119.989,87 Km² de área mapeada (Tabela 7).

Tabela 7 – Quantificação das classes de solos (Subordens) identificadas e mapeadas no Bioma Amazônico no Estado do Maranhão.

Unidade de Mapeamento	Classificação Taxonômica dos Solos (Subordens)	Área Mapeada (km ²)	%
PA	ARGISSOLO AMARELO	4.240,70	3,53
PV	ARGISSOLO VERMELHO	693,64	0,58
PVA	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO	31.178,79	25,98
GX	GLEISSOLO HÁPLICO	1.970,31	1,64
GM	GLEISSOLO MELÂNICO	37,37	0,03
GJ	GLEISSOLO TIOMÓRFICO	8.343,69	6,95
LA	LATOSSOLO AMARELO	25.683,42	21,40
LV	LATOSSOLO VERMELHO	109,61	0,09
LVA	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO	2.435,44	2,03
TC	LUVISSOLO CRÔMICO	789,23	0,66
TX	LUVISSOLO HÁPLICO	2.220,75	1,85
RY	NEOSSOLO FLÚVICO	3.109,28	2,59
RL	NEOSSOLO LITÓLICO	11,42	0,01
RQ	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO	5.393,47	4,49
NV	NITOSSOLO VERMELHO	568,37	0,47
SX	PLANOSSOLO HÁPLICO	43,24	0,04
FT	PLINTOSSOLO ARGILÚVICO	22.727,67	18,94
FX	PLINTOSSOLO HÁPLICO	6.252,92	5,21
FF	PLINTOSSOLO PÉTRICO	3.750,00	3,13
VE	VERTISSOLO EBÂNICO	430,55	0,36
TOTAL		119.989,87	100,00

Figura 3 – Representação gráfica das classes dos solos dominantes na área do bioma Amazônia do estado do Maranhão

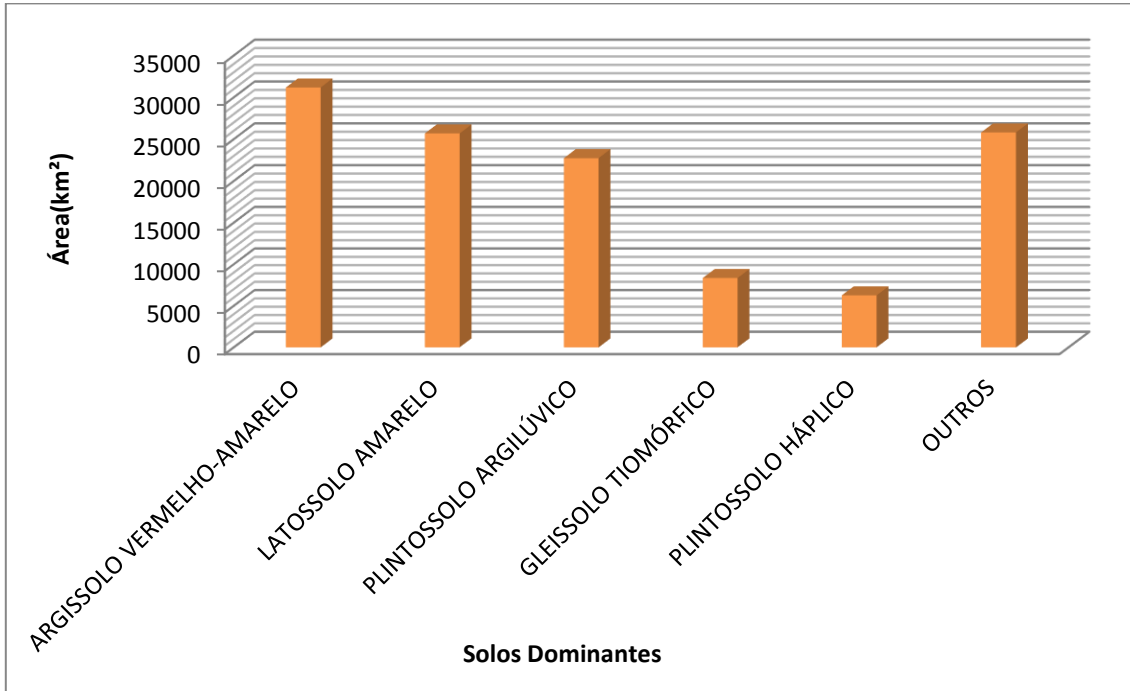
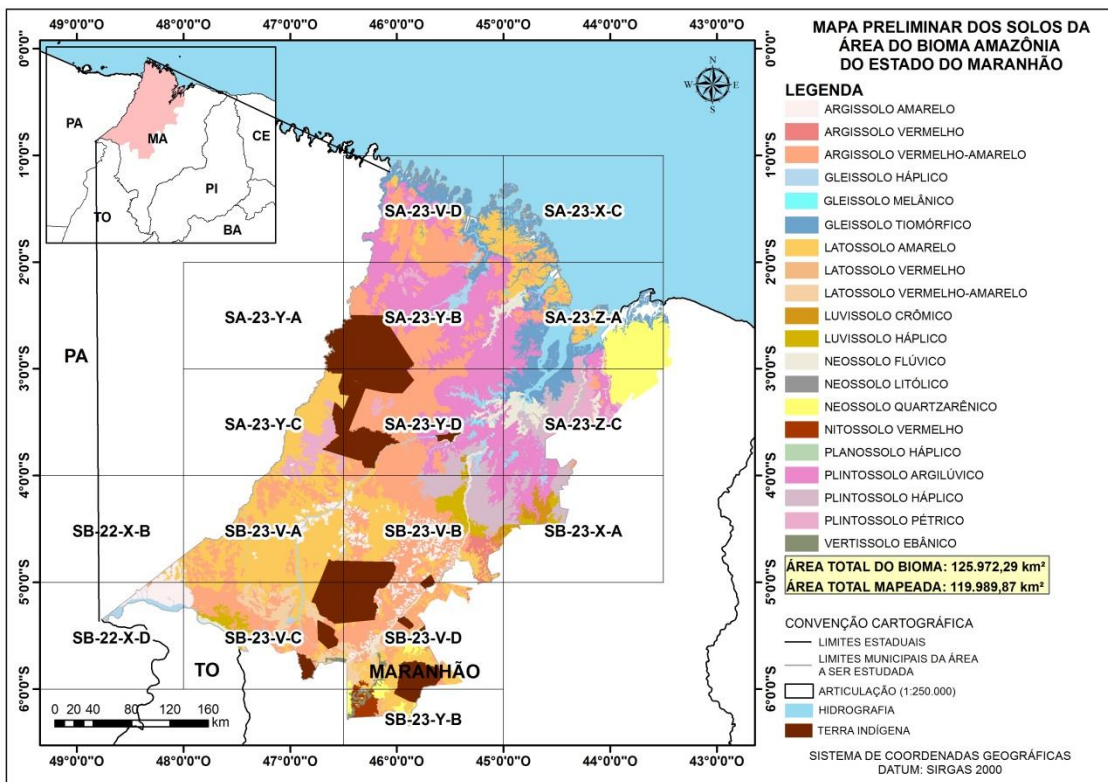


Figura 4 – Mapa de Solos do Bioma Amazônico no Estado do Maranhão



De acordo com os dados disponibilizados pelo Centro Nacional de Pesquisa de Solos (CNPS) da Embrapa/RJ, os solos dominantes mapeados dentro dos limites do Bioma Amazônia no Estado do Maranhão (Figura 4), estão classificados até o 2º nível categórico de classificação taxonômica (SANTOS et al., 2013).

4.2 Conceituação das Classes de Solos Dominantes

Os resultados mostram que os solos dominantes no bioma são compostos pelas seguintes classes: Argissolos, Latossolos, Plintossolos e Gleissolos.

4.2.1 Argissolos

São grupamentos de solos minerais, profundos, bem drenados, tendo como principal característica um acentuado aumento do conteúdo de argila do horizonte superficial “A” para o subsuperficial “B”, evidenciando o horizonte diagnóstico B textural (Bt), podendo ou não apresentar cerosidade.

A nomenclatura das classes de textura desses solos é sempre do tipo binária, arenosa/média, média/argilosa ou argilosa/muito argilosa. Quando a diferença do conteúdo de argila do horizonte “A” para o “B” é muito acentuada (abrupta) a nomenclatura das classes de textura é arenosa/argilosa ou média/muito argilosa. Comumente apresentam adensamento de partículas na profundidade de 30 a 70 cm da superfície do solo, o que é verificado pela resistência à penetração da faca pedológica, caracterizando o caráter coeso (SANTOS et al., 2013).

Os solos argilosos apresentam horizontes genéticos dispostos na sequência A, Bt (B textural) e C. Quimicamente estes solos apresentam muito baixo nível de fertilidade química natural. Os solos pertencentes a este grupamento, de um modo geral, podem ser encontrados em áreas com relevo plano, suavemente ondulado, ondulado ou até fortemente ondulado, o que interfere grandemente na definição da sua classe de aptidão agrícola.

Foram mapeadas as seguintes classes de argissolo: Argissolo Amarelo, Argissolo Vermelho e Argissolo Vermelho-Amarelo. Estes se diferenciam

morfologicamente uns dos outros pela cor do matiz dominante no perfil: 5YR para os Argissolos Vermelho-Amarelos (Figuras 5).

Figura 5 – Perfil de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico endopedregoso



Fonte: Registro da Pesquisa (2018)

4.2.2 Gleissolos

São solos minerais hidromórficos, mal drenados, desenvolvidos de sedimentos recentes, sob forte influência do lençol freático. Apresentam forte gleização, evidenciada pelas cores acinzentadas e azuladas, como muitos mosqueados decorrentes do processo de oxirredução. Apresentam-se pouco desenvolvidos, mediamente profundos, com horizontes dispostos na sequência A a Cg, ou A, Bg e Cg.

A textura é predominantemente argilo-siltosa com valores altos de silte e argila, devido a constante sedimentação de materiais finos que são conduzidos em suspensão pelos rios. São encontrados em planícies aluviais sob florestas de várzea e estão sujeitos a regimes de inundação frequente. Apresentam grande variação em decorrência da natureza do material de que são originados, podendo, por conseguinte, serem eutróficos ou distróficos e com elevada ou baixa saturação de alumínio. Normalmente, encontram-se associados aos Neossolos Flúvicos que apresentam níveis de fertilidade semelhante.

Vale ressaltar que o Gleissolo Tiomórfico formado por materiais organo-minerais, apresenta propriedades físico-químicas ainda mais diferentes dos outros gleissolos. São solos com horizontes sulfúrico e/ou sulfídrico que se formam sob forte influência das águas salinas (VALENTE et al, 1999). São encontrados na região costeira do Estado, sob vegetação de manguezal. Ferreira (1989), citado por Mello et. al (1995), descreve o manguezal como um importante ecossistema, que devido a sua estrutura, oferece grande número de nichos ecológicos para espécies de importância econômica como: peixes, crustáceos e moluscos, que encontram nesse ambiente, local de alimentação, reprodução, desova, crescimento e proteção contra inúmeros predadores. Na área estudada, foram identificadas e mapeadas as classes: Gleissolo Háplico, Gleissolo Melânico e Gleissolo Tiomórfico.

4.2.3 Latossolos

São solos minerais profundos e muito profundos, bem drenados que apresentam como principal característica o horizonte diagnóstico subsuperficial "B" latossólico (Bw). O horizonte B latossólico apresenta avançado estágio de

intemperização com alteração completa dos minerais primários menos resistentes ao intemperismo. Em geral, é constituído por quantidades variáveis de óxidos de ferro e alumínio, minerais de argila 1:1 (caulinita), quartzo e outros minerais mais resistentes ao intemperismo, com predominância de qualquer um deles.

Os Latossolos apresentam horizontes genéticos dispostos na sequência A, Bw (B latossólico) e C. De um modo geral, apresentam baixo nível de fertilidade química natural, pH fortemente ácido, elevados teores de alumínio trocável, elevada saturação com alumínio, baixa saturação por bases trocáveis, baixa capacidade de troca de cátions e baixíssimos teores de fósforo assimilável. Os solos pertencentes a este grupamento, são encontrados em áreas de relevo predominantemente plano e suavemente ondulado, o que interfere na definição da sua classe de aptidão agrícola.

Foram identificadas e mapeadas nos limites do Bioma Amazônia Maranhense, as seguintes classes: Latossolo Amarelo, Latossolo Vermelho e Latossolo Vermelho-Amarelo. Diferenciam-se morfologicamente pela cor do matiz dominante no perfil: 10YR e 7,5YR nos Latossolos Amarelos, 7,5YR e 5YR nos Latossolos Vermelho-Amarelos e 2,5YR nos Latossolos Vermelhos.

Figura 5 - LATOSSOLO AMARELO
Distrófico epipedregoso



Fonte: Registro da Pesquisa (2018)

4.2.4 Plintossolos

São solos minerais que se caracterizam, principalmente, por possuírem o horizonte diagnóstico subsuperficial “B” plíntico (Bf). O horizonte plíntico é reconhecido pela presença de plintita em quantidades que ocupem no mínimo 15% do volume do horizonte, e que tenha 15 centímetros de espessura com arranjo de cores vermelhas e acinzentadas, ou brancas com muitos mosqueados (Figura 11 e 12). A plintita é constituída por uma mistura de argila, pobre em carbono orgânico e rica em ferro, ou ferro e alumínio com quartzo e outros materiais. No solo úmido, a plintita apresenta-se macia, suportando amassamento moderado entre os dedos polegar e indicador, podendo ser facilmente cortada com a faca pedológica (SANTOS et al., 2013).

Na área de estudo, são citadas a ocorrência de Plintossolo Argilúvico, Plintossolo Háplico e Plintossolo Pétrico. Grande parte dos Plintossolos identificados na Amazônia, apresentam baixa fertilidade química natural, sendo por conseguintes classificados como solos distróficos, com saturação por bases trocáveis inferior a 50%.

Figura 6 - Perfil de PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Distrófico petroplíntico



Fonte: Registro da Pesquisa (2019)

4.3 Quantificação e Representação Cartográfica das Classes de Aptidão Agrícola

Tabela 8 – Quantificação das classes de aptidão agrícola das terras do bioma Amazônia do estado do Maranhão

Símbolo das classes de aptidão agrícola	Classes de aptidão agrícola das terras (Indicação de uso preferencial)	Área mapeada (km ²)	%
B/A	Terras que apresentam classe de aptidão BOA para agricultura	19.383,74	16,15
R/A	Terras que apresentam classe de aptidão REGULAR para agricultura	6.283,42	5,24
B/P	Terras que apresentam classe de aptidão BOA para pecuária	60.691,62	50,58
R/P	Terras que apresentam classe de aptidão REGULAR para pecuária	20.135,65	16,78
N/R*	Terras NÃO RECOMENDADAS para uso agropecuário	13.495,44	11,25
TOTAL	-	119.989,87	100,00

*- Terras que apresentam fortes restrições para utilização. Devem ser destinadas “preferencialmente” à preservação ambiental.

Figura 5 – Representação gráfica das classes de aptidão agrícola das terras do Bioma Amazônico no Estado do Maranhão

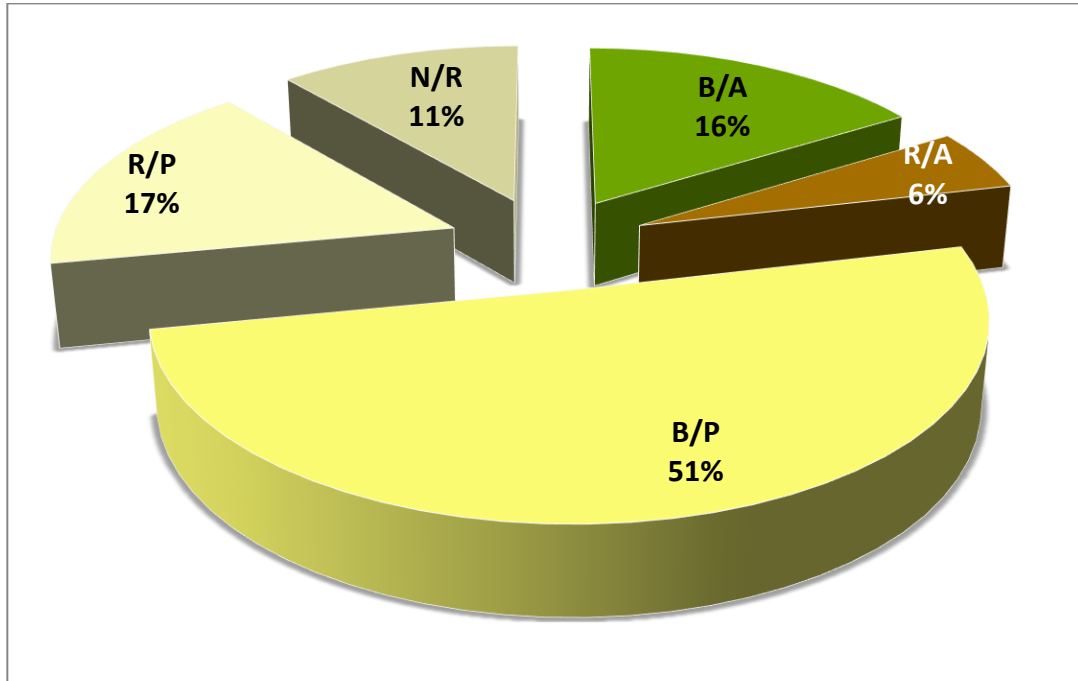
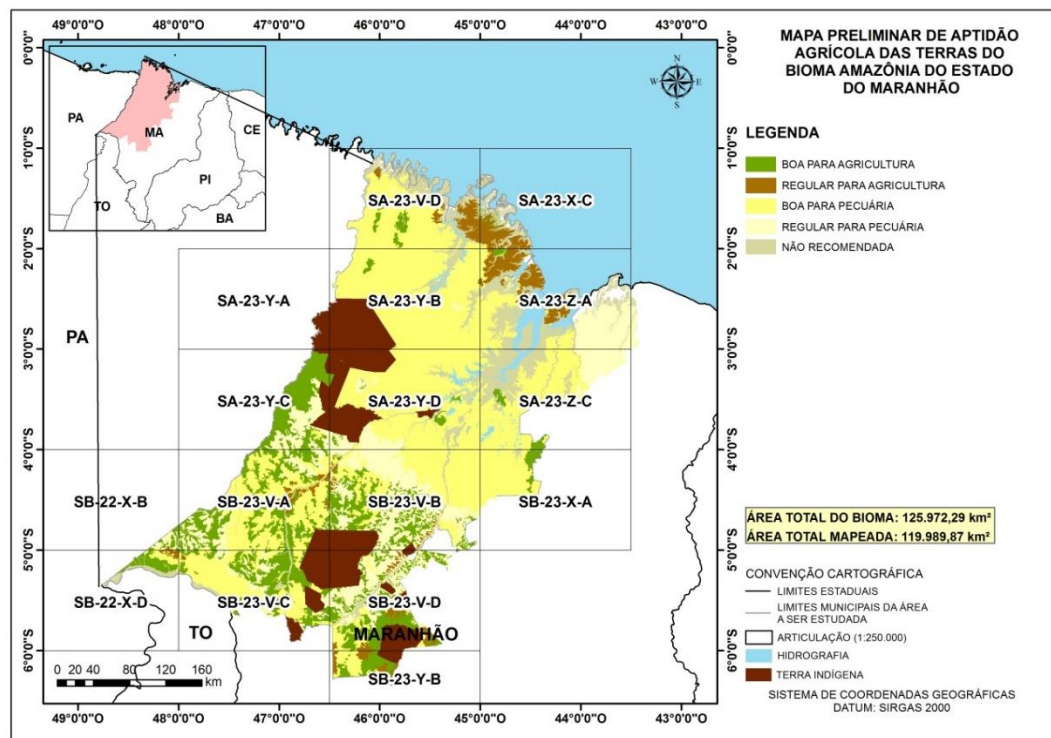


Figura 6 – Mapa de Aptidão Agrícola das Terras do Bioma Amazônico no Estado do Maranhão



4.4 Conceituação das Classes de Aptidão Agrícola

A avaliação da Aptidão agrícola das terras é uma atividade de mais alta relevância para utilização racional desse recurso natural na agricultura e em outras atividades onde o solo é integrado como elemento importante. A aptidão do bioma foi classificada da seguinte forma:

B/A – Classe de aptidão BOA para agricultura

Incluem-se nesta classe as áreas de terra firme que apresentam relevo predominantemente plano ou suave ondulado, solos profundos, bem drenados e textura média, argilosa ou muito argilosa. Os solos que apresentam essas características estão incluídos nas classes dos Argissolos Amarelos e Argissolos Vermelho-Amarelos, e nas classes dos Latossolos Amarelos e Latossolos Vermelho-Amarelos.

Na avaliação do grau de intensidade dos fatores limitantes do uso da terra, constata-se que apesar do baixo nível de fertilidade química da maioria desses solos, os mesmos apresentam boas propriedades físicas, o que possibilita a sua utilização em atividades agrícolas. Apresentam poucas limitações ao uso de máquinas e implementos agrícolas e pouca susceptibilidade à erosão, com potencialidade à produção econômica com culturas de ciclo curto ou longo adaptadas às condições climáticas da região onde ocorrem. O uso sustentável dessas áreas requer a utilização de insumos agrícolas e emprego de técnicas de manejo e conservação, bem como sistemas de produção capazes de melhorar as condições do solo e aumentar a produtividades das culturas.

R/A – Classe de aptidão REGULAR para agricultura

Incluem-se nesta classe as áreas de terra firme que apresentam, predominantemente, relevo suave ondulado, solos profundos, bem drenados, com textura arenosa/média ou somente média, mas que possuem outras características como caráter plíntico, textura cascalhenta e que estejam associados com outros solos, mesmo que ocorram em relevo plano, mas que apresentam características físicas indesejáveis. Os solos que apresentam essas características estão incluídos nas mesmas classes dos solos Argissolos e Latossolos.

Na avaliação do grau de intensidade dos fatores limitantes do uso da terra, constata-se que além das propriedades químicas os solos apresentam outras limitações, de caráter físico, que os excluem da classe boa. Mesmo assim, ainda podem ser utilizados na agricultura. Apresentam limitações moderadas ao uso de máquina e implementos agrícolas, como também, moderados riscos de susceptibilidade à erosão. O uso sustentável dessas áreas, com cultura de ciclo curto ou longo, requer cuidados mais intensos para conservação dos ecossistemas que são via de regra, um pouco mais frágeis.

B/P – Classe de aptidão BOA para pecuária

Incluem-se nesta classe de aptidão as áreas que apresentam restrições à utilização com lavouras, principalmente com culturas de ciclo curto onde o uso de máquinas e implementos agrícolas está presente em praticamente todas as fases do processo produtivo.

Os solos que apresentam aptidão BOA para pecuária estão incluídos nas classes dos Argissolos Amarelos, Argissolos Vermelho-Amarelos, Gleissolos Háplicos e Plintossolos. Esses solos podem ocorrer em áreas com relevo predominantemente plano a suave ondulado com textura muito variável com ou sem cascalho e em sua maioria são de baixa fertilidade química.

Na avaliação da aptidão agrícola, constata-se que os fatores limitantes do uso da terra, apresentam grau de intensidade moderado ou forte que estão presentes nas classes de solos de forma conjunta, de tal modo que a indicação dessas áreas para utilização com lavoura está praticamente excluída, devendo preferencialmente, serem destinadas a atividade pecuária.

R/P – Classe de aptidão REGULAR para pecuária

Incluem-se nesta classe de aptidão as áreas que apresentam fortes restrições à utilização com lavoura. Apresentam ainda, algumas limitações para utilização na pecuária.

Os solos que apresentam aptidão regular para a pecuária estão incluídos nas classes dos Argissolos e Latossolos. Esses solos apresentam fortes limitações ao uso da terra com grau forte ou muito forte, de tal maneira, que a única atividade para essas áreas, mesmo com restrições, é a pecuária.

N/R – Classe de aptidão NÃO RECOMENDADA para atividades agropecuárias

Incluem-se nesta classe as áreas que apresentam ecossistemas muito frágeis e com fortes restrições ao uso agropecuário. Devem ser destinadas preferencialmente a preservação ambiental. Essas áreas devem ser indicadas para proteção da flora e da fauna, e estudos científicos da biodiversidade. A exemplo disso são as áreas conhecidas regionalmente como “Solos de Mangue” formados por sedimentos recentes, não consolidados, classificados como “Gleissolos Tiomórficos”.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados apresentados nos mapas de solos e aptidão agrícola das terras, excluindo-se todas as restrições de natureza jurídica e/ou ambiental, pode-se concluir que:

- a) Os solos de maior extensão e de maior importância agropecuária dentro dos limites da área estudada pertencem as seguintes classes (subordens): Argissolo Vermelho-Amarelo (31.178,79 Km²) e Latossolo Amarelo (25.683,42 Km²);
- b) Apesar da baixa fertilidade química natural, os solos acima mencionados são de grande importância sob o ponto de vista de utilização agropecuária por apresentarem boas propriedades físicas;
- c) Os Plintossolos de modo geral (28.980,59 Km²) e os Vertissolos (430,55 Km²) apresentam aptidão agrícola BOA para pecuária;
- d) Na área estudada, 19.383,74 Km² (16,15%) apresentam classe de aptidão BOA para agricultura e 60.691,62 Km² (50,58%) apresentam aptidão BOA para pecuária.



REFERÊNCIAS

CLAESSEN, M.E.C. (Org). Manual de Métodos de Análise de Solo. 2.ed. **Revista atual**. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1997. 212p.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos Rio de Janeiro. **Levantamento de Reconhecimento de Média Intensidade dos Solos e Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras da Área do Polo Pré-Amazônia Maranhense**, 1982 (Boletim de Pesquisa n° 15) 290 p.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos Rio de Janeiro. **Levantamento Exploratório - Reconhecimento de Solos do Estado do Maranhão. Volume 1**, 1986 (Boletim de Pesquisa n° 35)

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos Rio de Janeiro. **Levantamento Exploratório - Reconhecimento de Solos do Estado do Maranhão. Volume 2**, 1986 (Boletim de Pesquisa n° 35)

IBGE. Diretoria de Geociências. Coordenação de Recursos Naturais e Ambientais. **Manual Técnico de Pedologia**. 3.ed. Rio de Janeiro, 2015. 430p. (IBGE. Manuais Técnicos em Geociências, 4).

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Resolução nº 05, de 10 de outubro de 2002**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 11 out. 2002. Seção 1, p. 48-65. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/areaterritorial/resolucao.shtm>. Acesso em: 12 abr. 2007

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/Divisão de Sensoriamento Remoto (INPE/DSR). **Topodata**: banco de dados morfométricos do Brasil. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/index.php>. Acesso em: abril/2017

MPEG. Museu Paraense Emilio Goeldi. **Amazônia Maranhense: Diversidade e Conservação** / Organizado por Marlúcia Bonifácio Martins; Tadeu Gomes de Oliveira – Belém: MPEG, 2011. 328 p.: il. www.mma.gov.br/.../58-probio-i-serie-biodiversidade?...1008:amazonia-maranhense...

Nacional Aeronautics and Space Administration (NASA). **Imagens do satélite Advanced Land Observing Satellite (ALOS)**. Disponível em: <https://vertex.daac.asf.alaska.edu>. Acesso em: mar. 2019



SAMPAIO, S.M. N et al. Dinâmica da Cobertura Vegetal e do Uso da Terra na Mesorregião Nordeste Paraense. IN: **Nordeste Paraense: panorama geral e uso sustentável das florestas secundárias**. Belém: EDUFRA, 2017. 323p. il. ISBN: 978-85-7295-118-0

SANTOS, H.V. dos; et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**: 3 ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013.

METODOLOGIA DE MAPEAMENTO COMPLEMENTAR DE SOLOS NO BIOMA AMAZÔNICO NO ESTADO DO MARANHÃO

Equipe

Maria de Lourdes Mendonça Santos; Jean Michel Moura-Bueno; João Batista Zonta; Victor Lamarão de França; Gustavo da Costa Freire.

1 INTRODUÇÃO

O ZEE é um instrumento de apoio ao planejamento e ordenamento territorial, harmonizando as relações econômicas, sociais e ambientais (BOLFE et al., 2014). O ZEE-Bioma Amazônia-Maranhão, na escala 1:250.000, permitirá a atualização das informações de solos do Estado do Maranhão em um Banco de Solos único, que servirá para outras análises e projetos que visem o planejamento de uso dos solos em escalas mais detalhadas. A área geográfica objeto do ZEE-Bioma Amazônia-MA abrange municípios com áreas pertencentes ao Bioma Amazônia e outros que possuem parte de sua área nesse Bioma. Sua execução demanda multidisciplinaridade e compartilhamento institucional, voltados para a integração das ações e políticas públicas territoriais, bem como articulação com a sociedade civil, integrando seus interesses em torno de um pacto pela gestão do território (BRASIL, 2013). O conhecimento dos solos e sua distribuição espacial na paisagem é um importante instrumento para o planejamento do uso das terras e para tomada de decisões para subsidiar políticas públicas, tais como o ZEE, ZARC e outras. Esse conhecimento pode ser adquirido pelo levantamento e mapeamento pedológico convencional e/ou através de técnicas inovadoras como o **Mapeamento Digital de Solos**.

Visando o uso de metodologias inovadoras e robustas para gerar informações de solo para o ZEE-Bioma Amazônia-MA, serão utilizadas metodologias de mapeamento com abordagem no **Mapeamento Digital de Solos**, o qual foi definido por Lagacherie e McBratney (2006) como

A criação e a população de sistemas de informação espacial de solos por meio de modelos numéricos para inferir as variações espaciais e temporais de classes de solos e suas propriedades, a partir de observações, conhecimento e de dados de variáveis ambientais relacionados.

A principal aplicação desta abordagem é substituir o mapa de solos baseado em polígonos, pelo mapa digital de propriedades do solo (por exemplo, teor

de Carbono Orgânico) e de classes de solos e suas incertezas associadas. Estes mapas, armazenados e manuseados no formato digital, em ambientes SIG, criam a possibilidade de organizar um amplo conjunto de dados para análise e interpretações em qualquer época, constituindo-se em importante ferramenta para a tomada de decisão em termos de planejamento do uso das terras e políticas públicas.

A predição de classes e propriedades de solos no mapeamento digital fundamenta-se nas relações existentes entre solos e seus fatores e processos de formação, ao que denominamos de covariáveis ambientais. A lógica deste raciocínio tem como base a equação de Jenny (1941), que foi formulada a partir do reconhecimento dos fatores responsáveis pela formação dos solos, previamente descritas por Dokuchaev em 1883, em formulação mais quantitativa, onde, *S* representa o Solo; *cl* clima, *o* organismos inclusive atividades antrópicas, *r* relevo, *p* material originário e *t* tempo.

$$S = f(cl, o, r, p, t)$$

McBratney et al., (2003) generalizaram e formularam uma equação semelhante, com o objetivo de explicar as variáveis responsáveis pelos processos de formação dos solos, mas para uma descrição quantitativa causal solo-ambiente, das relações entre outros fatores espaciais referenciados (ou covariáveis ambientais), que são usados aqui como funções espaciais de predição. Sete fatores são considerados: **s**: solo, outras propriedades do solo em um determinado ponto; **c**: clima, propriedades climáticas do ambiente em determinado ponto; **o**: organismos, vegetação ou fauna ou atividades antrópicas; **r**: topografia, atributos da paisagem; **p**: material originário, litologia; **a**: idade, fator de tempo; **n**: espaço, georreferenciamento.

Assim, o solo (*s*) pode ser considerado como um fator em si, porque pode ser predito a partir de suas propriedades, ou as propriedades podem ser preditas a partir de classes ou de outras propriedades. O modelo *s.c.o.r.p.a.n* pode ser representado como:

$$Sc = f(s.c.o.r.p.a.n) \text{ ou } Sa = f(s.c.o.r.p.a.n)$$

onde *Sc* é classe de solos e *Sa* atributos de solo. O *s* refere-se às informações de solos provenientes de um mapa existente, de sensores remotos ou através do

conhecimento de especialista. Estão implícitas as coordenadas espaciais x , y (localização geográfica) e uma coordenada aproximada de tempo, t . Esta coordenada de tempo pode ser expressa como “cerca de um tempo t ”.

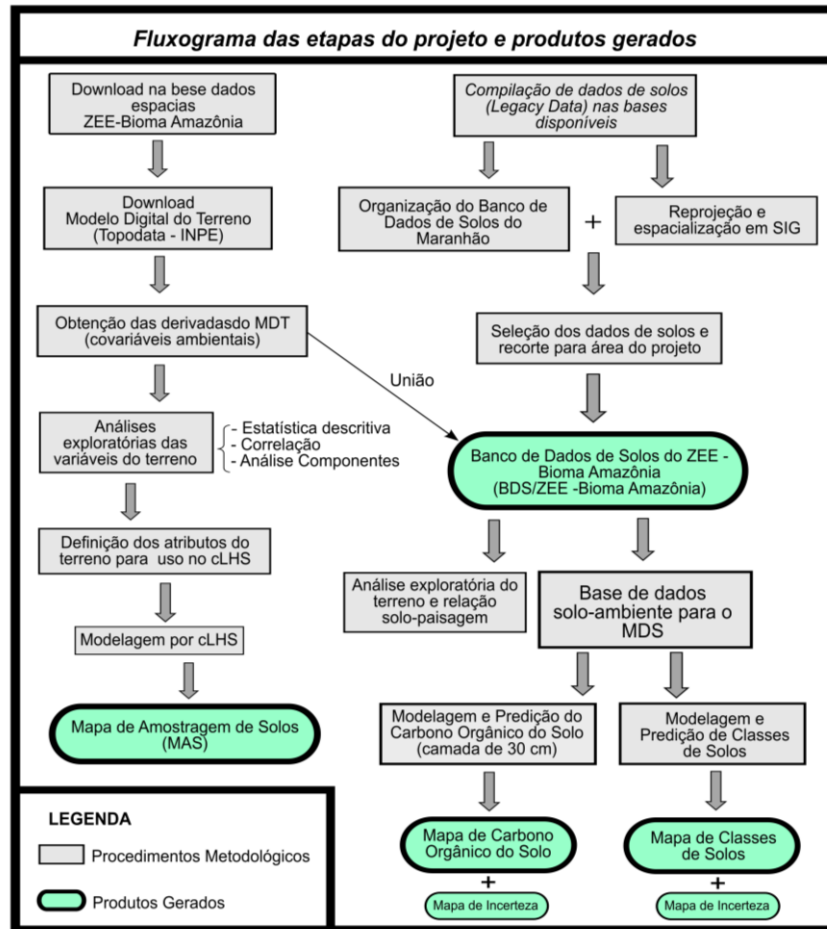
Cada fator do modelo *s.c.o.r.p.a.n* é representado por um conjunto de uma ou mais covariáveis ambientais contínuas ou categóricas, por exemplo, o fator r por elevação, declividade ou outro atributo derivado do modelo digital do terreno (MDT). As fontes de dados, os métodos para estimar f , assim como os passos para executar o *s.c.o.r.p.a.n* são apresentados e amplamente discutidos na revisão feita por McBratney et al. (2003).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo organizar uma base de dados de solos referente a área do ZEE-Bioma Amazônia-MA e utilizá-la para gerar informações espaciais de Classe de Solos e teor de Carbono Orgânico por meio da técnica de **Mapeamento Digital de Solos**. Todas as atividades do projeto, detalhando as metodologias empregadas em cada etapa e os resultados obtidos são apresentados nos próximos itens.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

As atividades que compreendem o projeto estão resumidas na Figura 1. As etapas e produtos gerados encontram-se indicados na legenda da Figura 1. A metodologia adotada em cada uma das etapas é descrita nos próximos subitens do Material e Métodos.

Figura 1 - Fluxograma das etapas do projeto e produtos a serem gerados



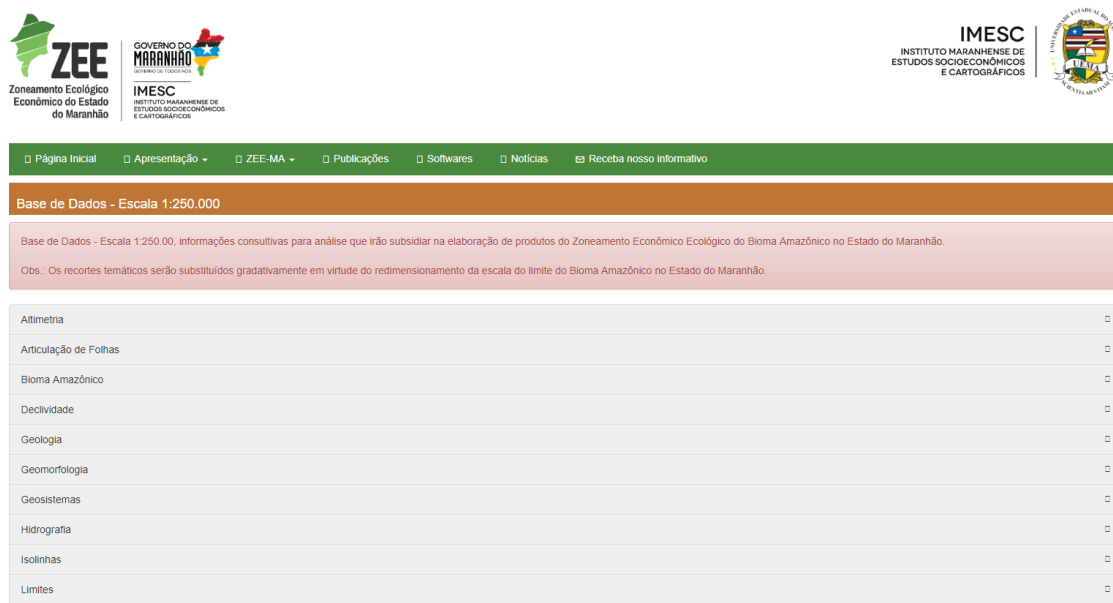
Fonte: Registros da Pesquisa (2018)

2.1 Download de Dados Oficiais da Área do ZEE-Bioma Amazônia








A atividade de MDS tem como etapa inicial e de base à aquisição de dados espaciais. Para tal, nesta fase foram realizados *downloads* na base de dados oficiais do projeto ZEE-MA, através de seu site eletrônico disponível¹, como demonstra os extratos da tela de acesso conforme Figura 2.

¹ <http://www.zee.ma.gov.br/Portal/basededados>

Figura 2 - Extrato da tela do site eletrônico do ZEE-MA demonstrando arquivos espaciais digitais disponíveis para *download*



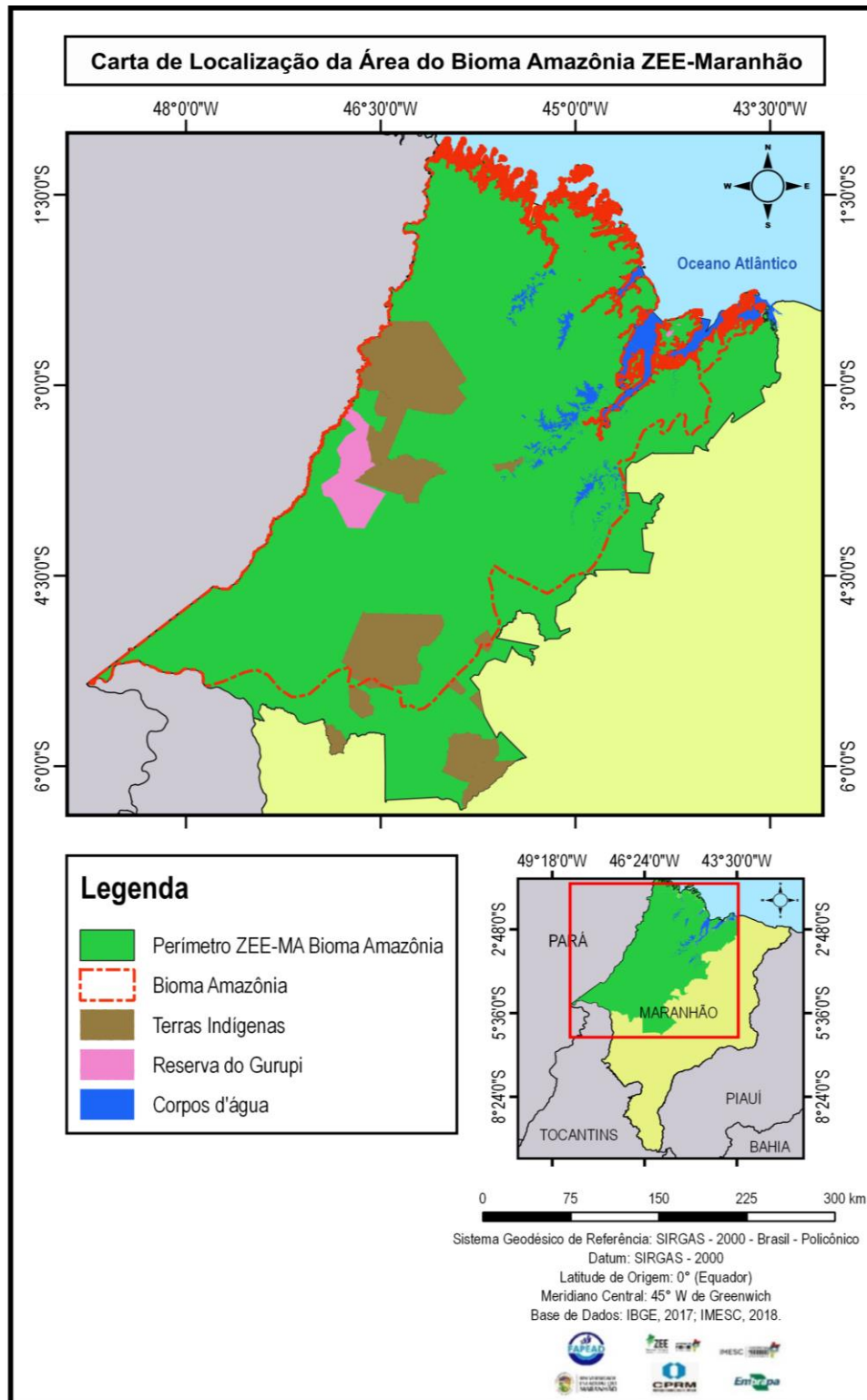
The screenshot shows the website interface for ZEE-MA. At the top, there are logos for ZEE (Zonamento Ecológico Econômico do Maranhão) and IMESC (Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos). Below the logos is a navigation menu with items: Página Inicial, Apresentação, ZEE-MA, Publicações, Softwares, Notícias, and Receba nosso informativo. The main content area is titled "Base de Dados - Escala 1:250.000" and contains a description: "Base de Dados - Escala 1:250.00, informações consultivas para análise que irão subsidiar na elaboração de produtos do Zonamento Econômico Ecológico do Bioma Amazônico no Estado do Maranhão." Below this is a note: "Obs.: Os recortes temáticos serão substituídos gradativamente em virtude do redimensionamento da escala do limite do Bioma Amazônico no Estado do Maranhão." A table lists the following spatial data files, each with a download icon:

Altimetria	
Articulação de Folhas	
Bioma Amazônico	
Declividade	
Geologia	
Geomorfologia	
Geosistemas	
Hidrografia	
Isolinhas	
Limites	

Fonte: Registros da Pesquisa (2018)

Foram baixados arquivos espaciais disponíveis e relacionados com a temática, a saber: Limites Municipais, Bioma Amazônia, Limites áreas indígenas, Reservas ecológicas, Geologia, Geomorfologia, entre outros. Por conseguinte, foi estruturado do banco de dados espaciais o qual serviu de base para este trabalho (Figura 3).

Figura 3 - Mapa de localização da área de estudo, mostrando a espacialização em SIG de alguns dados oficiais do ZEE-Bioma Amazônia



Fonte: Registros da Pesquisa (2018)

2.2 Organização do Banco de Dados de Solos do ZEE -Bioma Amazônia-MA

A criação do Banco de Dados de Solos (BDS) do ZEE-Bioma Amazônia-MA foi realizada a partir da busca no Banco de Dados de Solos da Embrapa², Repositório Brasileiro Livre para Dados Abertos do Solo³ e compilação de estudos (levantamentos), em escalas cartográficas variadas, realizados entre os anos de 1973 a 2017 (ARAÚJO et al., 1973; SOMMER et al., 1973; EMBRAPA, 1982; JACOMINE, 1984; JACOMINE, 1986; HECK et al. 1999; MARTINS, 2006; CARVALHO et al., 2015; SANTOS, 2016; SILVA, Comunicação Pessoal; VENTURIERI et al., 2017). Todas as informações foram tabuladas em planilhas Excel e realizou-se a atualização da classificação dos solos até o segundo nível categórico dos Levantamentos de Solos realizados antes de 2018, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos atualmente em vigor (SANTOS et al., 2018).

2.3 Análise Exploratória do BDS/ ZEE -Bioma Amazônia

De posse da planilha com os dados de solos, houve a necessidade de se fazer a reprojeção das coordenadas geográficas dos perfis coletados nas décadas 1970 e 1980, para o sistema de referência de coordenadas (SRC) oficial atualmente no Brasil, SIRGAS 2000. Em seguida, os pontos foram especializados em SIG para se visualizar sua localização espacial e efetuar a seleção dos perfis de solo localizados na área do ZEE-Bioma Amazônia. Também foi realizada a checagem da localização dos pontos em ambiente SIG, com objetivo de identificar discrepâncias entre as características da paisagem e a classe de solo atribuída no banco de dados. Em seguida, foi realizada a análise exploratória no banco de dados para quantificar o número de perfis por classe de solo e avaliar a necessidade de exclusão de classes de solos pouco representativas no BDS/ZEE-Bioma Amazônia, antes de realizar a modelagem preditiva de classes de solos.

² https://www.bdsolos.cnptia.embrapa.br/consulta_publica.html

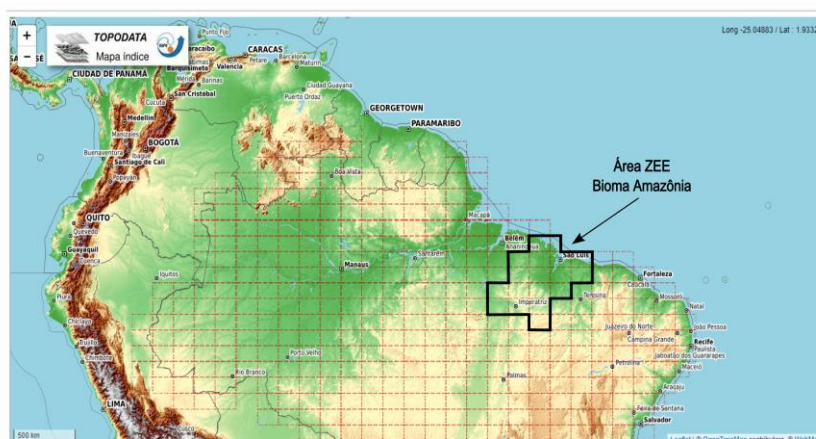
³ <http://coral.ufsm.br/febr>

2.4 Obtenção e Tratamento do Modelo Digital do Terreno (MDT)

O MDT foi obtido da base de dados do Projeto TOPODATA, disponibilizado pelo INPE na resolução de 30 metros (VALERIANO e ROSSETI, 2011), no *site* do TOPODATA (<http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>) (Figura 04). Todos os processamentos do MDT foram realizados no *software* QGIS 3.2.0 e SAGA GIS 2.2.3 (CONRAD et al., 2015).

As quadrículas da figura 04 foram importadas para o QGIS, onde foi obtido o mosaico do MDT pela ferramenta *mosaic raster*. Foram realizadas análises para detectar e tratar dados espúrios (ou seja, *outliers*), como pixels cercados por outros pixels de valores muito mais baixos. As correções desses pixels no MDT foram realizadas utilizando-se o algoritmo *DTM filter*, com um raio de busca de três pixels e um slope máximo permitido de 45%. Além disso, o MDT foi pesquisado por pixels cercados por valores muito mais altos (ou seja, depressões espúrias). Os últimos foram corrigidos usando o algoritmo *Fill Sinks*, conforme descrito por Hengl & Reuter (2008).

Figura 4 - Layout da página do TOPODATA com a demarcação das quadrículas da área do ZEE Bioma Amazônia contendo as informações espaciais



Fonte: Adaptado de Webmapit (2018)

Devido a escala cartográfica de mapeamento do projeto ZEE-MA ser de 1:250.000, a resolução espacial compatível com essa escala seria de, aproximadamente, 200 metros (MCBRATNEY et al., 2003). Visando uma análise mais detalhada do terreno para posterior predição espacial do carbono orgânico do solo, optamos em utilizar o MDT com resolução de 90 metros. Assim, MDT do

TOPODATA (resolução espacial original de 30 metros) foi interpolado para 90 metros utilizando-se o método de interpolação *B-Spline* da ferramenta *Resampling* do SAGA GIS.

2.5 Derivação dos Atributos do Terreno do MDT

A partir do MDT (90 metros) foram derivados 21 covariáveis do terreno (Tabela 01), sendo 14 primárias e 7 secundárias segundo classificação de (WILSON & GALLANT, 2000). A seleção desses covariáveis foi de acordo com seus usos em mapeamento digital de solos e relação com os processos de formação dos solos (MOORE et al., 1993; MCBRATNEY et al, 2003).

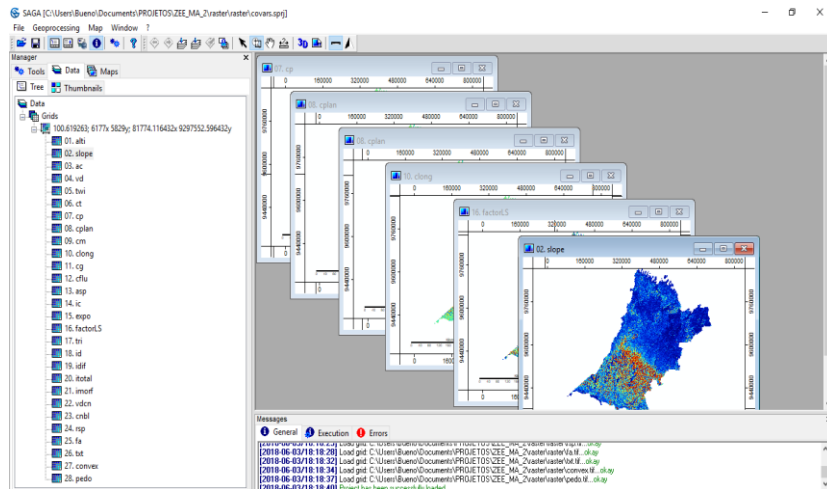
Tabela 1 - Covariáveis primárias e secundárias do terreno derivadas do MDT

ABREVIÇÃO	NOME DA COVARIÁVEL (PORTUGUÊS)	NOME DA COVARIÁVEL (INGLÊS)	UNIDADE
Variáveis primárias			
ELEV	Elevação	Elevation	metro
ASP	Aspecto	Aspect	radianos
DECLI	Declividade	Slope	graus
SLOPEL	Comprimento do declive	Slope Length	metro
CG	Curvatura geral	General curvature	metro ⁻¹
CP	Curvatura de perfil	Profile Curvature	metro ⁻¹
CPLAN	Curvatura planar	Planar curvature	metro ⁻¹
Clong	Curvatura longitudinal	Longitudinal curvature	metro ⁻¹
Choriz	Curvatura horizontal	Horizontal curvature	metro ⁻¹
Cvert	Curvatura vertical	Vertical curvature	metro ⁻¹
Convexi	Convexidade do terreno	Convexity	adimensional
VD	Profundidade do vale	Valley depth	metro
CNBL	Nível base da rede de drenagem	Channel Network Base Level	metro
CFLU	Comprimento do fluxo	Flow length	metro
Variáveis secundárias			
factorLS	Fator LS	LS Factor	adimensional
TRI	Índice de rugosidade do terreno	Terrain ruggedness index	adimensional
IUT	Índice de umidade topográfica	Topographic Wetness Index	adimensional
IC	Índice de convergência	Convergence Index	porcentagem
FT	Formas do terreno	Land forms	adimensional
texture	Textura do terreno	Texture	adimensional
TIS	Insolação total	Total insolation	kWh/m ²

Fonte: Registros da Pesquisa (2018)

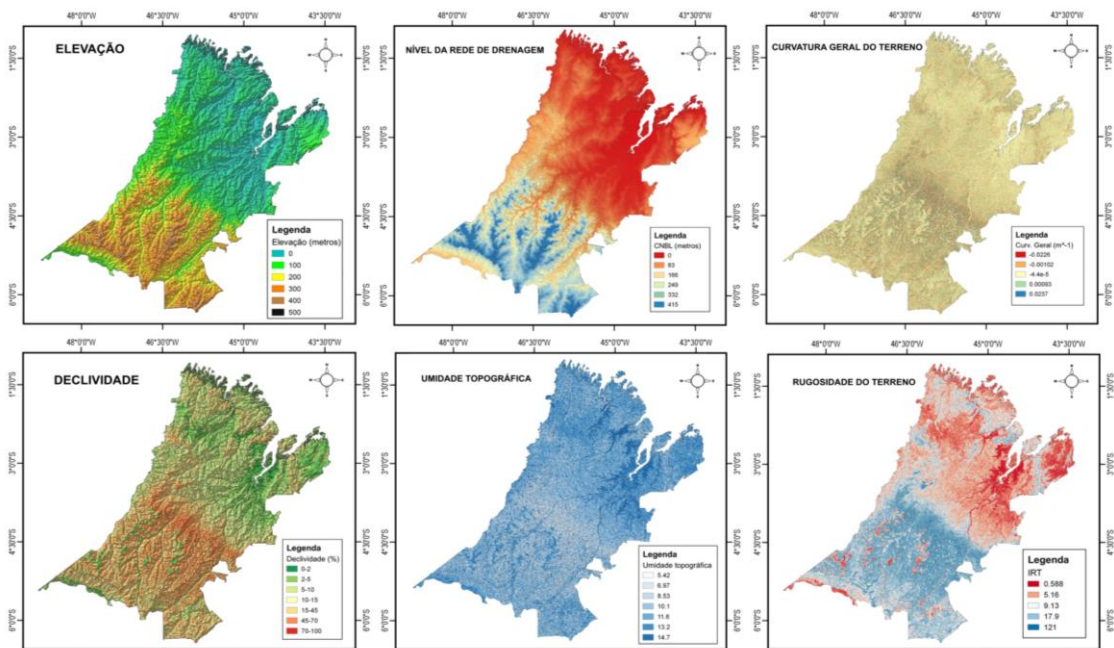
As covariáveis foram obtidas segundo metodologia proposta por Wilson & Gallant (2000), utilizando a ferramenta Terrain Analyses no SAGA GIS, em que cada variável compôs um plano de informações (Figura 05 e Figura 06).

Figura 5 - Interface do SAGA GIS com os atributos do terreno derivados do MDT



Fonte: Registros da Pesquisa (2018)

Figura 6 - Exemplo de algumas covariáveis derivadas do MDT: elevação, nível base da rede de drenagem (CNBL), curvatura geral (CG), declividade, índice de umidade topográfica e índice de rugosidade do terreno



Fonte: Registros da Pesquisa (2018)

2.6 Obtenção do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e Mapa de Uso da Terra

Este índice utiliza as faixas do vermelho e do infravermelho próximo por conterem mais de 90 % da variação da resposta espectral da vegetação e, portanto, tais índices realçam o seu comportamento espectral, correlacionando-os com os parâmetros biofísicos da mesma (EPIPHANIO et al., 1986). De acordo com este autor, as faixas espectrais correspondentes ao vermelho (0,65 a 0,72 μm) e ao azul (0,45 a 0,50 μm) são as mais aproveitadas pela folha na fotossíntese, pois os pigmentos da planta responsáveis por ela absorvem a radiação incidente nos comprimentos de onda 0,48 μm (carotenóides) e 0,62 μm (clorofila). Os índices de vegetação são transformações lineares de bandas espectrais, geralmente nas faixas do vermelho (R) e infravermelho próximo (NIR) do espectro eletromagnético (EPIPHANIO et al., 1986). A quantidade de radiação refletida no vermelho e no infravermelho próximo que chega ao sensor, proveniente da vegetação, varia com a irradiância solar, condições atmosféricas, substrato, estrutura e composição do dossel.

O NDVI varia entre -1 a +1 (quanto mais próximo de 1, maior a densidade de cobertura vegetal), o 0 representa valor aproximado para ausência de vegetação, ou seja, solo exposto.

A fórmula para calcular o NDVI é apresentada na Equação abaixo:

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{RED}}{\rho_{NIR} + \rho_{RED}}$$

onde, ρ_{NIR} corresponde a banda do infravermelho próximo e ρ_{RED} a banda do vermelho.

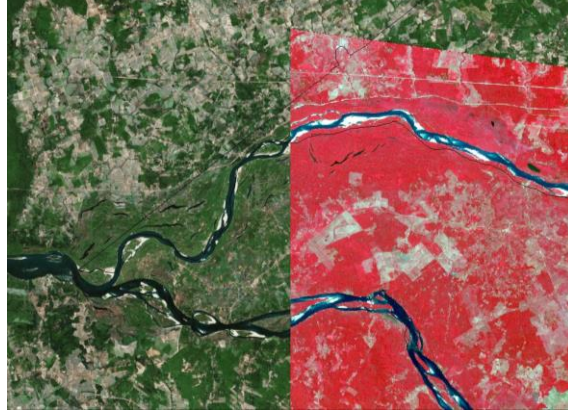
Para obtenção do NDVI, foram utilizadas imagens do satélite Landsat 5 TM do ano de 1984 e Landsat-8 Operational Land Imager (OLI) do ano de 2017, nas bandas 2, 3 e 4, referente à Órbita 220 a 222 e Ponto 060 a 065. As imagens foram obtidas por *download* gratuito no catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

A escolha de imagens do ano de 1984 foi devido à proximidade no tempo, com a coleta da maior parte dos dados disponíveis de solos, especialmente para de

Carbono do Orgânico do Solo do BDS/ZEE-Bioma Amazônia. Já as imagens do ano de 2017 foram devido à proximidade no tempo, com a amostragem de solo que estão sendo realizadas no presente na. No momento do *download* das quadrículas, foi levando sempre em consideração a qualidade das imagens, com menor percentual possível de cobertura de nuvens (de até 30%) para que não compromettesse o trabalho e os futuros resultados. Em seguida, foram feitos os procedimentos necessários para cálculo do NDVI de cada quadrícula dos anos de 1984 e 2017, conforme as quatro etapas abaixo:

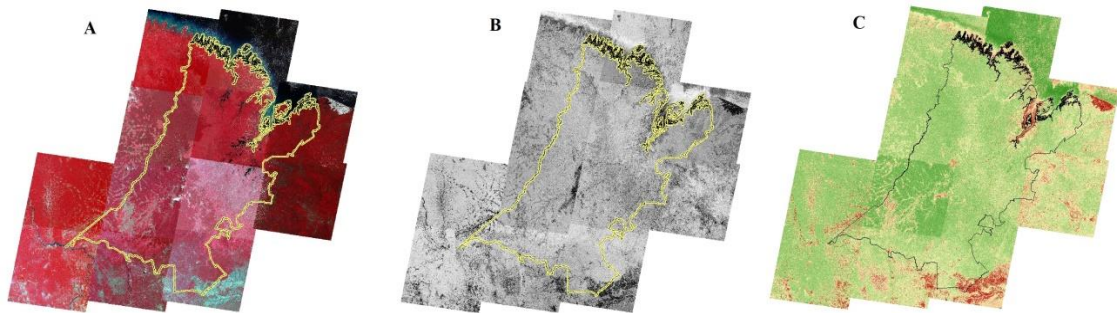
- **Etapa 1:** Composição de bandas 3R2G1B referentes às imagens do Satélite Landsat 5 TM e composição de bandas 4R3G2B referentes às imagens do Satélite Landsat 8 OLI, através da caixa de ferramenta-ArcToolbox/Data Management Tools/Raster/Raster Processing/Composition bands.
- **Etapa 2:** Georreferenciamento das imagens Landsat-5 em formato geotiff (datum horizontal: WGS-84), nas bandas 4, 3 e 2, com posterior correção do georreferenciamento através do módulo Resample, tendo como parâmetro os cursos d'água que coincidem com o limite do município (Figura 07) e estradas existentes entre os períodos analisados, de modo a permitir a sobreposição correta deste sobre a imagem, através da Extensão/Plug-in Georeferencing.
- **Etapa 3:** Geração dos índices de vegetação NDVI (Figura 08), por meio da Extensão Images Analysis, com posterior fatiamento das imagens NDVI em classes de intervalo entre -1 e 1 para as classes mais representativas (1), e de intervalo maior para as classes menos representativas, através do módulo Reclass, seguido da edição final e cálculo das áreas das classes dos índices de vegetação através da ferramenta Conversion Tools.

Figura 7 - Exemplo de sobreposição de imagens para realização de correção geométrica. O destaque das setas indicam regiões onde se observam erros geométricos da imagem



Fonte: Registros da Pesquisa (2018)

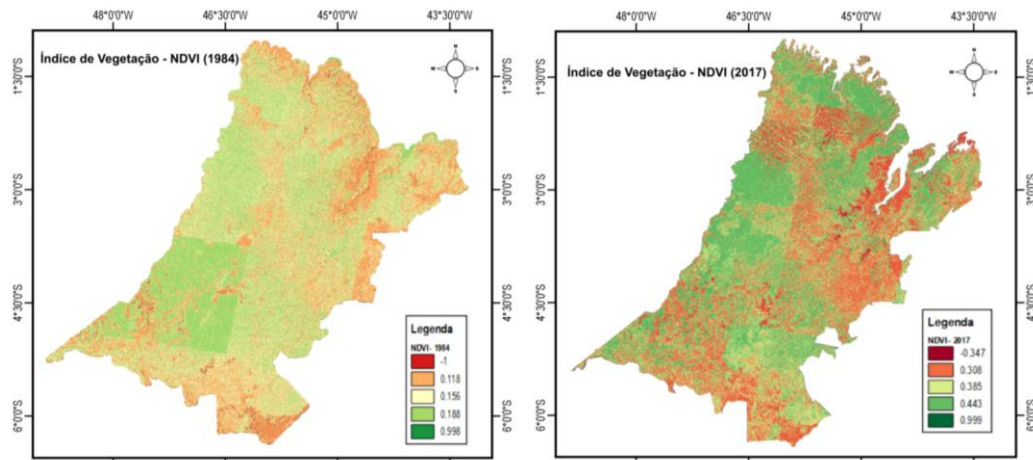
Figura 8 - Processamento do Índice NDVI. Em A) mosaico 4R/3G/2B, em B) NDVI em valores (-1 a 1) escala de cinza e em C) NDVI em valores (-1 a 1) em cores



Fonte: Registros da Pesquisa (2018)

- **Etapa 4:** Recorte das bandas corrigidas e sem correção atmosférica, com limites próximos aos limites máximos e mínimos de latitude e longitude para área do ZEE-Bioma Amazônia por meio da ferramenta *ArcToolbox/Data Management Tools/Raster/Raster Processing/Clip raster*. Todas as bandas e imagens foram recortadas com os mesmos limites.

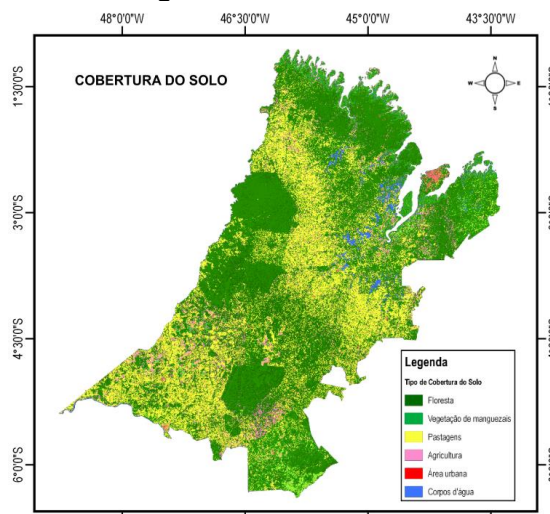
Figura 9 - NDVI Landsat 5 TM do ano de 1984 e NDVI Landsat 8 OLI do ano de 2017



Fonte: Registros da Pesquisa (2018)

A covariável ambiental tipo de cobertura do solo foi obtida dos dados disponibilizados pelo Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil (MapBiomas)⁴, desenvolvido e operado a partir da plataforma *Google Earth Engine* para gerar uma série histórica de mapas anuais de cobertura e uso da terra do Brasil. No presente estudo foi utilizado o mapa do ano de 2017 (Figura 10).

Figura 10 - Tipo de cobertura do solo (ano 2017) do ZEE-Bioma Amazônia-Maranhão utilizada na modelagem espacial de classes de solo e teor de carbono orgânico



Fonte: Registros da Pesquisa (2018)

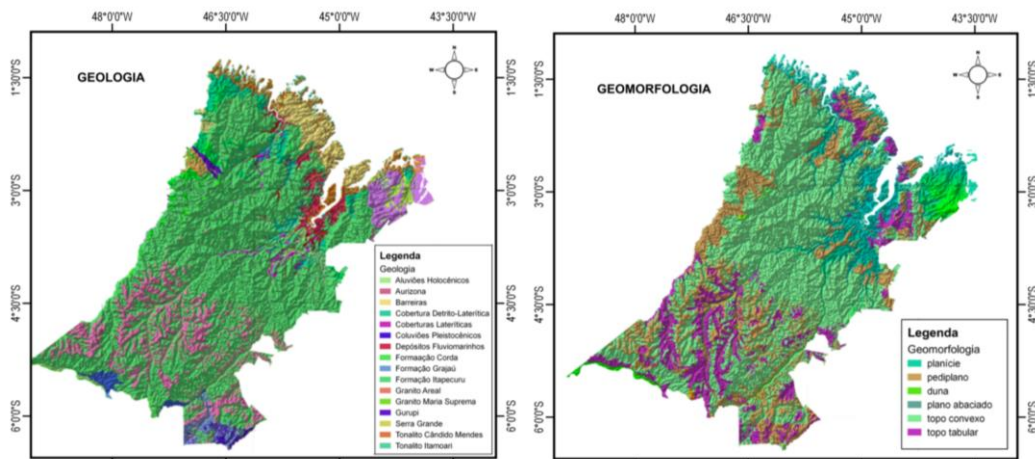
⁴ <http://mapbiomas.org/pages>

No presente projeto, as informações derivadas do mapa do NDVI e tipo de cobertura do solo foram utilizadas como dados auxiliar (covariáveis preditoras) no Mapeamento Digital do Solo (MDS) de classes de solo e do teor de carbono orgânico, representado o *fator organismos* “o” do modelo *SCORPAN* (McBratney et al., 2003).

2.7 Obtenção e Tratamento dos Mapas de Geomorfologia e Geologia

Os mapas de Geomorfologia e Geologia foram obtidos do Banco de Dados Oficiais do ZEE-MA⁵ (). Em ambos os mapas (arquivos vetoriais), foi realizada a correção nos limites dos polígonos em relação ao limite oficial da área de estudo do Bioma Amazônia-MA. Em seguida, as classes geomorfológicas (atributo “forma”) e unidades geológicas (atributo “unidade geológica”) foram transformação para o formato *raster* para serem utilizados como covariável na modelagem preditiva espacial de classes de solo e teor de carbono orgânico (Figura 11).

Figura 11 - Covariável Geologia e Geomorfologia do ZEE-Bioma Amazônia-Maranhão utilizada na modelagem espacial de classes de solo e teor de carbono orgânico



Fonte: Registros da Pesquisa (2018)

⁵ <http://www.zee.ma.gov.br/Portal/basededados>

2.8 Análise Exploratória dos Covariáveis do Terreno

A análise exploratória do terreno foi realizada a partir de uma malha de amostragem de 720 pontos distribuídos de forma regular (equidistantes 10 km) sobre a área do ZEE-Bioma Amazônia-MA. Essa malha foi gerada em ambiente SIG para auxiliar na análise da variabilidade do terreno em toda extensão da área do projeto.

Para atribuir o valor da célula (pixel) correspondente a cada variável do terreno para as coordenadas dos 720 pontos da malha, utilizou-se a ferramenta *Add Grid Values to Shapes* utilizando o algoritmo do vizinho mais próximo (*nearest neighbor*) como interpolador no software estatístico R (R CORE TEAM, 2018). Esse processo resultou em uma tabela contendo o valor de cada variável do terreno para cada ponto.

A partir das tabelas contendo as informações do terreno, procedeu-se à análise exploratória dos dados, a qual foi realizada por meio da Análise de Componentes Principais (ACP). Essa análise foi utilizada para a identificação da multicolinearidade entre as variáveis do terreno. A alta correlação entre duas variáveis é prejudicial para a construção de modelos de predição de classes e propriedades do solo, podendo causar desempenho inadequado dos modelos. A ACP é amplamente utilizada na literatura em geral e em MDS em particular (ten CATEN et al., 2011) para estudar a variação do terreno e identificar as covariáveis mais explicativas de tal variação.

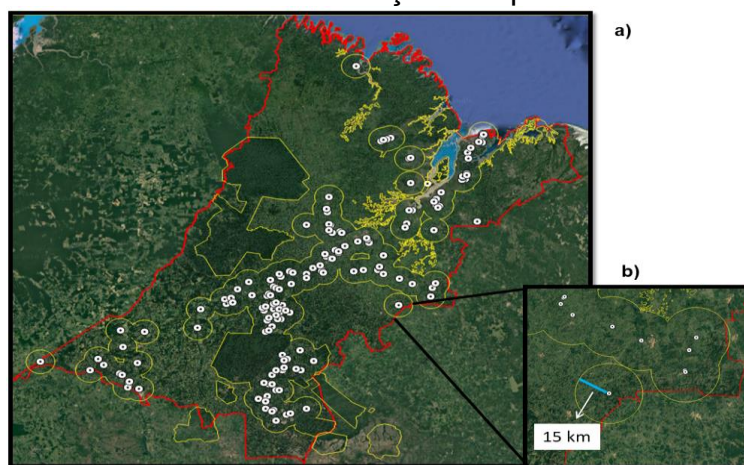
2.9 Elaboração do Mapa de Amostragem de Solos

Os resultados da ACP foram utilizados para selecionar os atributos do terreno responsáveis por explicar a maior parte da variabilidade da paisagem. Essas variáveis foram utilizadas como condicionantes para gerar o **Mapa de Amostragem de solos (MAS)**. Os locais a serem amostrados foram selecionados pelo algoritmo Quadrado Latino condicionado (*conditioned Latin Hypercube Sampling - cLHS*), visando a alocação dos pontos em relação à distribuição da variabilidade da paisagem. Esse método foi proposto por Minasny & McBratney (2006), em uma adaptação do método LHS (MCKAY et al., 1979), e propõe a estratificação da amostragem utilizando dados auxiliares e criando condicionantes para a alocação

dos pontos. Essa metodologia tem demonstrado vantagem em estudos de MDS em relação a outras amostragens, por contemplar a variação da paisagem (MINASNY; MCBRATNEY, 2006; CARVALHO-JUNIOR et al., 2014).

Antes de obter a distribuição dos pontos do MAS pelo cLHS, foram excluídos locais onde não se tem acesso para proceder a coleta de amostras solo, como áreas indígenas, reservas biológicas e áreas alagadas de difícil acesso (Figura 12a). Além disso, a área em torno dos 236 perfis de solo já existe (BDS/ZEE-Bioma Amazônia), também foi excluída, com o objetivo de espacializar os demais pontos em locais onde não se tem informação de solo. Para isso, testaram-se *buffers* com raio de 10, 15 e 20 km a partir da localização dos perfis (Figura 12b). O *buffer* de 15 km representou melhor a variabilidade do terreno e de solos.

Figura 12 - (a) Limite da área do ZEE (linha vermelha) sobre a imagem do Google Earth, áreas excluídas da amostragem de solo (polígonos em linha amarela) e especialização dos perfis de solo; (b) indicação do *buffer* de 15 km da localização dos perfis



Fonte: Registros da Pesquisa (2018)

Após a exclusão das áreas citadas e a decisão sobre o melhor *buffer* em torno dos perfis de solos existentes, o algoritmo de amostragem cLHS foi utilizado através da função *clhs()* implementado no pacote *clhs* do *software* estatístico R (R CORE TEAM, 2018). As covariáveis do terreno utilizados condicionantes para definição dos locais de amostragem foram os quatro atributos do terreno selecionados pela ACP (resultados apresentados no item 3.7). Além disso, os pontos foram condicionados a serem localizados próximos das estradas, visando facilitar o acesso no momento da amostragem.

2.10 Análise Exploratória da Relação Solo-Paisagem

Essa etapa foi realizada a partir da análise entre as covariáveis ambientais (elevação, declividade, índice de umidade do terreno, distância da rede de drenagem e curvatura de perfil do terreno) e os perfis de solo do BDS/ZEE-Bioma Amazônia. Foram utilizadas essas covariáveis devido elas explicarem cerca de 71,6% da variância das características do terreno (dados obtidos pela Análise de Componentes Principais no item 3.2).

O valor da célula (pixel) correspondente a cada variável do terreno foi atribuído para cada um dos perfis do BDS/ZEE-Bioma Amazônia. Para isso, foi utilizada a ferramenta *Add Grid Values to Shapes* a partir do método interpolador do vizinho mais próximo (*nearest neighbor*) no *software* estatístico R (R CORE TEAM, 2017). Esse processo resultou em uma tabela contendo o valor de cada variável do terreno para cada perfil de solo. A partir dessa tabela, gerou-se *boxplots*, os quais foram utilizados para a análise exploratória da relação solo-paisagem. As informações de litologia/geologia e geomorfologia também foram usadas para estudar a relação solo-paisagem. A partir do estudo da relação solo-paisagem, foi gerado um *script* dessa relação baseado no conhecimento especialista (*expert knowledge*) de um Pedólogo. Esse *script* descreve a distribuição de cada classe de solo na paisagem e será utilizado para fazer a interpretação do Mapa Digital de Classes de Solos gerado no final do projeto. Segundo McKenzie & Ryan (1999), o estudo da relação entre o solo e ambiente são de extrema importância para o mapeamento digital de solos.

2.11 Modelagem e Predição Espacial de Classes de Solos

Foi observada pouca representação no BDS-Bioma Amazônia-MA de certas classes de solos entre os 210 perfis existentes na área, a exemplo dos VERTISSOLOS (1 perfil), CAMBISSOLOS (1 perfil), PLITOSSOLOS PRÉTRICOS (1 perfil), ORGANOSSOLOS (1 perfil), LUVISSOLOS CRÔMICOS (1 perfil), GLEISSOLOS MELÂNICOS (1 perfis), GLEISSOLOS TIOMÓRFICOS (2 perfis), LUVISSOLOS HÁPLICOS (3 perfis), LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS (3 perfis) e NEOSSOLOS LITÓLICOS (3 perfis). Nesses casos, a solução foi eliminar os perfis dessas classes antes de proceder à modelagem, devido ao modelo não

conseguir gerar as regras de predição no processamento matemático. Para gerar o modelo de predição, o conjunto de perfis de solo ($n = 193$) (Tabela 02) foi particionado aleatoriamente em dois conjuntos de dados. O primeiro, conjunto de calibração do modelo, composto por 70% das amostras e outro de validação com 30% das amostras.

Para predizer as classes de solos (2º nível categórico do SiBCS - SANTOS et al., 2018), foi utilizado o método multivariado Floresta Aleatória (*Random Forest - RF*), com a implementação de 500 árvores. O RF é um aprendiz não-paramétrico que pode ser aplicado a predições de variáveis contínuas e categóricas, por meio de um conjunto de árvores de classificação aleatórias (BREIMAN, 2001). O algoritmo de RF usa repetidos conjuntos de amostras com substituição por *bootstrap*, sempre com o mesmo tamanho do conjunto de treinamento para a construção das árvores individuais (BREIMAN, 2001). O RF é vantajoso devido à sua capacidade de lidar com dados numéricos e categóricos sem qualquer suposição de distribuição de probabilidade, robustez contra não linearidade e overfitting, além de apresentar medida de importância das covariáveis na predição de cada classe de solo (HOUNKPATIN et al., 2018). Esse método é bastante utilizado no mapeamento digital do solo, principalmente porque não requer que pressupostos estatísticos sejam atendidos como no caso da regressão linear.

Tabela 2 - Distribuição das classes até o 2º nível categórico (Subordem) do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos -SiBCS (SANTOS et al., 2018) entre os 193 perfis utilizados na predição das classes de solos

Simbologia da Classe de Solo	Subordem do SiBCS⁽¹⁾	Número de perfis	%
FT	Plintossolo Argilúvico	28	14.5
FX	Plintossolo Háptico	24	12.4
GX	Gleissolo Háptico	12	6.2
PV	Argissolo Vermelho	16	8.3
PVA	Argissolo Vermelho-Amarelo	33	17.1
PA	Argissolo Amarelo	29	15.0
LA	Latossolo Amarelo	26	13.5
RY	Neossolo Flúvico	8	4.2
RQ	Neossolo Quartzarênico	17	8.8
Total	-	193	100

Fonte: Registros da Pesquisa (2018)

Para a construção do modelo de predição de classes de solos, foram utilizadas as seguintes covariáveis terreno como “variáveis preditoras”: elevação, declividade, distância da rede de drenagem, curvatura do terreno, índice de umidade do terreno, profundidade do vale, fator LS, posição relativa da declividade e índice

de rugosidade do terreno. Foram utilizadas essas covariáveis devido elas explicarem cerca de 70% da variância das características do terreno. Além dessas covariáveis, também foi utilizada na modelagem as variáveis geologia e geomorfologia.

Para gerar a função de predição, o conjunto de perfis de solo foi particionado aleatoriamente em dois conjuntos de dados. O primeiro, conjunto de calibração do modelo, composto por 70% das amostras e outro de validação com 30% das amostras. Para a avaliação do modelo de predição, foram geradas as respectivas matrizes de confusão para calibração e validação, obtendo-se os valores de acurácia geral (AG), acurácia da classe (AC) e índice kappa (K). A AG foi calculada para avaliar a proporção de pixels corretamente preditos em relação ao número de pixels totais nos mapas e a AC, foi utilizada para avaliar a proporção de pixels corretos de cada classe de solo (CONGALTON, 1991). O valor de índice kappa pode ser classificado de acordo com Landis & Koch (1977) nas seguintes classes: $k \leq 0,2$: ruim; $0,2 < k \leq 0,4$: razoável; $0,4 < k \leq 0,6$: bom; $0,6 < k \leq 0,8$: muito bom e $k \geq 0,8$: excelente. A avaliação da incerteza do modelo de predição foi derivada a incerteza, representada pela estatística do índice de confusão (BURROUGH et al., 1997). O índice de confusão pode ser caracterizado por valores de probabilidade que são produzidos como um subproduto da classificação preditiva. Esse índice traz uma medida da confusão que o modelo preditivo faz entre as duas classes de solo mais prováveis, variando entre 0 e 1, onde 1 significa máxima confusão. O índice de confusão foi calculado usando a seguinte forma: $IC = 1 - (P1 - P2)$. O P1 e P2 são, respectivamente, as probabilidades da classe de solo mais provável e a segunda classe de solo mais provável. Além disso, foi calculada importância (em %) de cada covariável do terreno na predição de cada classe de solo. Para isso, foi utilizada a função *varImp* do pacote “*caret*” (R CORE TEAM, 2018).

A partir do modelo de predição, foi gerado o mapa digital de classes de solo para o segundo nível categórico (subordem) do SiBCS (SANTOS et al., 2018) para toda a área. Todas as etapas da modelagem foram realizadas na linguagem de programação R (R CORE TEAM, 2018).

2.12 Modelagem e Predição Espacial do Teor de Carbono Orgânico

A modelagem e predição do teor de carbono orgânico foram realizadas para profundidade de 30 cm do solo. Foi definido essa profundidade devido ser a exigida para o GSOC (*Compile a Global Soil Organic Carbon*) conforme as diretrizes do *Global Soil Partnership* (GSP) (FAO e GSP, 2017). No entanto, os dados do teor de carbono orgânico do BDS/ZEE-Bioma Amazônia foram obtidos a partir de levantamentos pedológicos, em que são amostrados horizontes pedogenéticos ou da amostragem em profundidades pré-definidas para fins de estudos de fertilidade do solo. Assim, as profundidades amostradas não seguem o padrão exigido pelo GSOC, sendo necessária a transformação usando, por exemplo, *splines* de área igual (*Equal-area splines*) conforme proposto por Ponce Hernandez et al. (1986), e mais tarde testado com dados reais (BISHOP et al., 1999). Esta técnica é baseada no ajuste de funções de profundidade contínua para modelar a variabilidade das propriedades do solo com profundidade. Assim, é possível converter as profundidades do solo amostradas na forma de horizontes pedogenéticos em profundidades padrão. A função *spline* de área igual consiste de uma série de polinômios quadráticos locais que calcula o valor do atributo do solo para a camada pré-definida com base nas informações derivadas dos horizontes. No presente projeto, a função *spline* foi aplicada para os 170 perfis de solo para obter o teor de carbono orgânico na profundidade de 30 cm. O procedimento foi realizado no ambiente R, utilizando a função GSIF: *mpspline* do pacote R GSIF (HENGL, 2016). A aplicação da função resultou em 165 amostras contendo valores do teor de carbono orgânico para a profundidade de 30 cm, os quais foram utilizados para gerar o modelo de predição do teor de carbono orgânico para a área do ZEE-Bioma Amazônia-MA.

Na modelagem, foram utilizadas as seguintes covariáveis do terreno como preditoras: elevação, declividade, aspecto, curvatura geral do terreno, curvatura planar do terreno, fator LS, distância da rede de drenagem, profundidade do vale, índice de rugosidade do terreno, índice de umidade do terreno, convexidade do terreno, índice de insolação difusa, índice de potencial de escoamento e posição relativa do declive. Além dessas, foram utilizadas covariáveis representativas da vegetação, sendo elas: NDVI (anos 1984 e 2017) e cobertura do solo (ano 2017).

Para gerar o modelo de predição do teor de carbono orgânico, foi utilizado o mesmo modelo multivariado utilizado na predição de classes de solos no presente trabalho, a Floresta Aleatória (*Random Forest - RF*). Antes de gerar o modelo de predição, o conjunto de 165 amostras contendo o teor de carbono orgânico na camada de 30 cm solo foi particionado aleatoriamente em dois conjuntos de dados. O primeiro, conjunto de calibração do modelo, composto por 70% das amostras e outro de validação com 30% das amostras. Para a avaliação do modelo de predição, foi gerada a acurácia geral da predição. A incerteza da predição foi obtida a partir do cálculo do desvio-padrão da predição entre os teores de carbono orgânico predito e de referência (dados de laboratório derivados do BDS-Bioma Amazônia-MA). Esses parâmetros foram calculados para avaliar a proporção de pixels corretamente preditos em relação ao número de pixels totais nos mapas. Além disso, foi calculada importância (em %) de cada covariável do terreno na predição de cada classe desolo. Para isso, foi utilizada a função *varImp* do pacote “*caret*” (R CORE TEAM, 2018).

A partir do modelo de predição, foi gerado o mapa digital do teor de carbono orgânico para a camada de 30 cm do solo para toda a área do ZEE-Bioma Amazônia. Posteriormente foi gerado o mapa do desvio-padrão (incerteza) da predição do teor de carbono orgânico. Todas as etapas da modelagem foram realizadas na linguagem de programação R (R CORE TEAM, 2018).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Organização e Análise Exploratória do BDS/ ZEE -Bioma Amazônia-MA

As informações de 335 perfis de solos foram compiladas em todo território do Estado do Maranhão. Desses 335 perfis, apenas 236 perfis encontram-se na área do ZEE-Bioma Amazônia, em que esse conjunto de perfis compôs o BDS-ZEE/Bioma Amazônia-MA, conforme mostra as tabelas da figura 13 e o mapa da figura 14. Para auxiliar na manipulação dos dados do BDS/ZEE-Bioma Amazônia no presente projeto e também para projetos futuros, foi criado um código para cada perfil, sendo esse composto pela sigla “ZAMA” (ZAMA = Zoneamento Amazônia Maranhão) e o número do perfil, por exemplo, “ZAMA1” (Figura 13a), que indica o perfil de solo de número “1” dentro do BDS-ZEE/Bioma Amazônia-MA. Além disso, inserimos na planilha do BDS-ZEE/Bioma Amazônia-MA uma coluna referente à

fonte dos dados, coluna “fonte”, e a coluna com o endereço para consultar o arquivo do trabalho completo de cada perfil, coluna “endereço do arquivo” (Figura 13a).

Os dados do BDS-ZEE/Bioma Amazônia-MA foram divididos em duas planilhas Excel, em que a planilha denominada de “BANCO DE DADOS – PERFIS ZEE 236” (Figura 13a), composta pelo código do perfil, fonte do dado, endereço de acesso aos dados, nome do banco de dados “nome-bds” de onde a informação foi derivada, identificação da observação “observação-id” extraída da fonte do dado, data de coleta dos dados, coordenadas x e y, município, classe de solo o segundo nível categórico do SiBCS (SANTOS et al., 2018), identificação da classe de solo “id-classe”, entre outras informações referentes ao local de descrição de cada perfil no território do Bioma Amazônia do Estado do Maranhão. Dos 236 perfis de solo, 66 não apresentam dados do teor de carbono orgânico do solo e 26 não possuem a classificação do tipo de solo conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) (SANTOS et al., 2018) devido a falta de informações do perfil de solo e, portanto, não foram incluídos na modelagem preditiva de classes de solos e teor de carbono orgânico.

A planilha denominada de “BANCO DE DADOS – CARBONO DO SOLO ZEE” (Figura 13b) é composta pelas camadas de amostragem de cada um dos 170 perfis de solo que contêm dados de carbono orgânico, totalizando 785 camadas. Essa planilha é composta pelo código do perfil, nome do banco de dados “nome-bds” de onde a informação foi derivada, identificação da observação “observação-id” extraída da fonte do dado, coordenadas x e y, classe de solo, código da camada, nome da camada de amostragem, profundidade superior e inferior da camada e teor de carbono orgânico do solo (COS) expresso em % derivado de análises laboratoriais. Dos 170 perfis de solo, apenas 33 apresentam informação de densidade aparente do solo (Ds). A Ds é imprescindível para a elaboração do mapa de estoque de carbono orgânico do solo previstas no projeto. Neste caso, optou-se por gerar o mapa do teor de carbono orgânico para a área do ZEE-Bioma Amazônia-MA.

Figura 13 - Tabelas em Excel dos dados do BDS/ ZEE -Bioma Amazônia-MA compilados. (a) banco de dados de classes de solos e (b) banco de dados de carbono orgânico do solo

BANCO DE DADOS - PERFIS ZEE - 236.csv - Microsoft Excel (Falha na Ativação do Produto)

Arquivo | Página Inicial | Inserir | Layout da Página | Fórmulas | Dados | Revisão | Exibição

Fonte: Calibri 11, Alinhamento, Número, Estilo, Células, Edição

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
1	codigo	fonte	disponivel	nome_bds	observacao_id	observacao_data	coord_x	coord_y	municipio_id	classe de solo-2 nível	catégorico do SiBCS	id-classe
2	ZAMA1	Levantamento de reconhecimento	https://drive.go	ctb0639	AMOSTRA-EX-10	22/06/1978	-46.1333	-4.55	Santa Luzia	LATOSSOLO AMARELO	LA	
3	ZAMA2	Levantamento de reconhecimento	https://drive.go	ctb0639	AMOSTRA-EX-11	23/06/1978	-46.1	-4.46667	Santa Luzia	LATOSSOLO AMARELO	LA	
4	ZAMA3	Levantamento de reconhecimento	https://drive.go	ctb0639	AMOSTRA-EX-12	24/06/1978	-46.1333	-4.51667	Santa Luzia	LATOSSOLO AMARELO	LA	
5	ZAMA4	Levantamento de reconhecimento	https://drive.go	ctb0639	AMOSTRA-EX-13	30/09/1978	-46.2	-5.28333	Grajaú	LATOSSOLO AMARELO	LA	
6	ZAMA5	Levantamento de reconhecimento	https://drive.go	ctb0639	AMOSTRA-EX-14	17/11/1977	-46.2333	-4.33333	Santa Luzia	LATOSSOLO AMARELO	LA	
7	ZAMA6	Levantamento de reconhecimento	https://drive.go	ctb0639	AMOSTRA-EX-15	30/09/1978	-46.1	-5.05	Grajaú	LATOSSOLO AMARELO	LA	
8	ZAMA7	Levantamento de reconhecimento	https://drive.go	ctb0639	AMOSTRA-EX-16	05/10/1978	-46.2667	-5.56667	Grajaú	LATOSSOLO AMARELO	LA	
9	ZAMA8	Levantamento de reconhecimento	https://drive.go	ctb0639	AMOSTRA-EX-17	16/09/1977	-45.6167	-3.95	Santa Luzia	ARGISSOLO VERMELHO	PV	
10	ZAMA9	Levantamento de reconhecimento	https://drive.go	ctb0639	AMOSTRA-EX-18	28/09/1977	-46.1167	-4.13333	Santa Luzia	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO	PVA	
11	ZAMA10	Levantamento de reconhecimento	https://drive.go	ctb0639	AMOSTRA-EX-19	15/09/1977	-45.55	-3.85	Santa Luzia	ARGISSOLO VERMELHO	PV	
12	ZAMA11	Levantamento de reconhecimento	https://drive.go	ctb0639	AMOSTRA-EX-20	07/10/1978	-46.3333	-5.56667	Grajaú	ARGISSOLO VERMELHO	PV	
13	ZAMA14	Levantamento de reconhecimento	https://drive.go	ctb0639	AMOSTRA-EX-23	23/09/1977	-45.8667	-4.1	Santa Luzia	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO	PVA	
14	ZAMA15	Levantamento de reconhecimento	https://drive.go	ctb0639	AMOSTRA-EX-24	27/09/1977	-46.1667	-4.26667	Santa Luzia	ARGISSOLO VERMELHO	PV	
15	ZAMA16	Levantamento de reconhecimento	https://drive.go	ctb0639	AMOSTRA-EX-25	24/09/1977	-46.0333	-4.06667	Santa Luzia	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO	PVA	
16	ZAMA17	Levantamento de reconhecimento	https://drive.go	ctb0639	AMOSTRA-EX-26	24/09/1977	-46	-4.08333	Santa Luzia	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO	PVA	
17	ZAMA18	Levantamento de reconhecimento	https://drive.go	ctb0639	AMOSTRA-EX-27	29/09/1978	-45.9167	-5.23333	Grajaú	ARGISSOLO AMARELO	PA	
18	ZAMA19	Levantamento de reconhecimento	https://drive.go	ctb0639	AMOSTRA-EX-28	27/06/1978	-46.1833	-4.45	Santa Luzia	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO	PVA	
19	ZAMA20	Levantamento de reconhecimento	https://drive.go	ctb0639	AMOSTRA-EX-29	27/09/1977	-46.1333	-4.28333	Santa Luzia	ARGISSOLO AMARELO	PA	
20	ZAMA21	Levantamento de reconhecimento	https://drive.go	ctb0639	AMOSTRA-EX-30	17/11/1977	-46.2167	-4.35	Santa Luzia	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO	PVA	
21	ZAMA22	Levantamento de reconhecimento	https://drive.go	ctb0639	AMOSTRA-EX-31	29/09/1978	-46.05	-5.1	Grajaú	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO	PVA	
22	ZAMA23	Levantamento de reconhecimento	https://drive.go	ctb0639	AMOSTRA-EX-32	19/09/1977	-46.1667	-4.58333	Santa Luzia	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO	PVA	
23	ZAMA24	Levantamento de reconhecimento	https://drive.go	ctb0639	AMOSTRA-EX-33	29/09/1977	-46.2167	-4.16667	Santa Luzia	ARGISSOLO AMARELO	PA	
24	ZAMA25	Levantamento de reconhecimento	https://drive.go	ctb0639	AMOSTRA-EX-34	29/09/1978	-45.9667	-5.21667	Grajaú	ARGISSOLO VERMELHO	PV	

BANCO DE DADOS - CARBONO DO SOLO ZEE .xlsx - Microsoft Excel (Falha na Ativação do Produto)

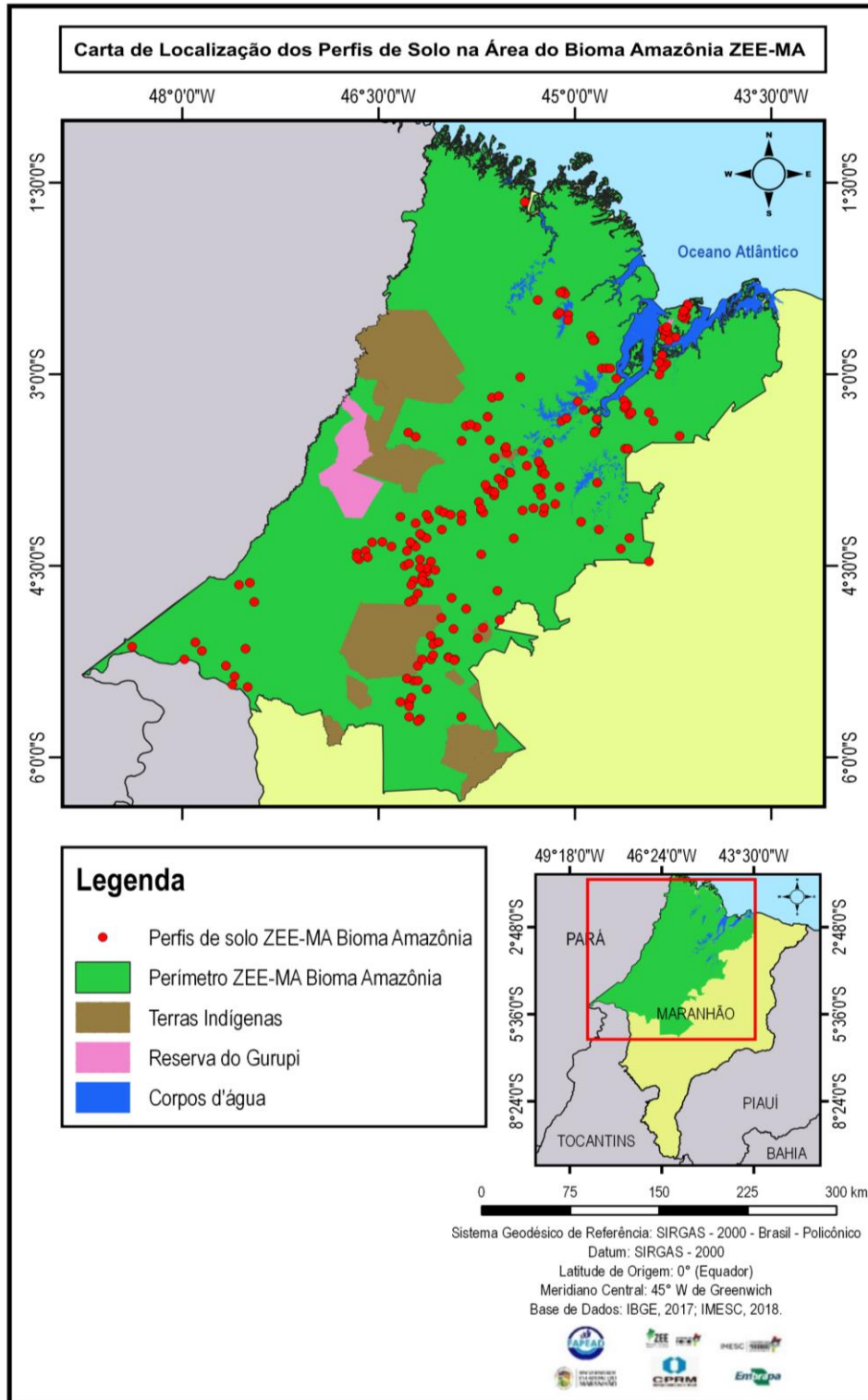
Arquivo | Página Inicial | Inserir | Layout da Página | Fórmulas | Dados | Revisão | Exibição

Fonte: Arial, 10. Alinhamento: Geral. Número: % 000. Estilos de Célula: Formatação Condicional, Formatar como Tabela, Estilos de Célula. Células: Inserir, Excluir, Formatar. Edição: AutoSoma, Preencher, Limpar, Classificar e Filtrar.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	codigo	nome_bds	observacao_id	coord_x	coord_y	classe de solo	codigo-camada	camada_nome	profund_sup	profund_inf	COS (%)
2	ZAMA1	ctb0639	AMOSTRA-EX-10	-46.13333333	-4.55000000	LATOSSOLO AMARELO	ZAMA1H1	A1	0	4	4.85
3	ZAMA1	ctb0639	AMOSTRA-EX-10	-46.13333333	-4.55000000	LATOSSOLO AMARELO	ZAMA1H2	A3	4	12	2.26
4	ZAMA1	ctb0639	AMOSTRA-EX-10	-46.13333333	-4.55000000	LATOSSOLO AMARELO	ZAMA1H3	B1	12	25	1.07
5	ZAMA1	ctb0639	AMOSTRA-EX-10	-46.13333333	-4.55000000	LATOSSOLO AMARELO	ZAMA1H4	B21	25	40	0.76
6	ZAMA1	ctb0639	AMOSTRA-EX-10	-46.13333333	-4.55000000	LATOSSOLO AMARELO	ZAMA1H5	B22	40	70	0.66
7	ZAMA1	ctb0639	AMOSTRA-EX-10	-46.13333333	-4.55000000	LATOSSOLO AMARELO	ZAMA1H6	B23	70	120	0.44
8	ZAMA2	ctb0639	AMOSTRA-EX-11	-46.10000000	-4.46666667	LATOSSOLO AMARELO	ZAMA2H1	A1	0	4	2.07
9	ZAMA2	ctb0639	AMOSTRA-EX-11	-46.10000000	-4.46666667	LATOSSOLO AMARELO	ZAMA2H2	A3	4	15	1.96
10	ZAMA2	ctb0639	AMOSTRA-EX-11	-46.10000000	-4.46666667	LATOSSOLO AMARELO	ZAMA2H3	B1	15	26	1.51
11	ZAMA2	ctb0639	AMOSTRA-EX-11	-46.10000000	-4.46666667	LATOSSOLO AMARELO	ZAMA2H4	B21	26	37	1.09
12	ZAMA2	ctb0639	AMOSTRA-EX-11	-46.10000000	-4.46666667	LATOSSOLO AMARELO	ZAMA2H5	B22	37	52	0.73
13	ZAMA2	ctb0639	AMOSTRA-EX-11	-46.10000000	-4.46666667	LATOSSOLO AMARELO	ZAMA2H6	B23	52	75	0.57
14	ZAMA2	ctb0639	AMOSTRA-EX-11	-46.10000000	-4.46666667	LATOSSOLO AMARELO	ZAMA2H7	B24	75	120	0.37
15	ZAMA3	ctb0639	AMOSTRA-EX-12	-46.13333333	-4.51666667	LATOSSOLO AMARELO	ZAMA3H1	A1	0	3	3.5
16	ZAMA3	ctb0639	AMOSTRA-EX-12	-46.13333333	-4.51666667	LATOSSOLO AMARELO	ZAMA3H2	A3	3	10	1.92
17	ZAMA3	ctb0639	AMOSTRA-EX-12	-46.13333333	-4.51666667	LATOSSOLO AMARELO	ZAMA3H3	B1	10	20	1.27
18	ZAMA3	ctb0639	AMOSTRA-EX-12	-46.13333333	-4.51666667	LATOSSOLO AMARELO	ZAMA3H4	B21	20	37	0.81
19	ZAMA3	ctb0639	AMOSTRA-EX-12	-46.13333333	-4.51666667	LATOSSOLO AMARELO	ZAMA3H5	B22	37	65	0.63
20	ZAMA3	ctb0639	AMOSTRA-EX-12	-46.13333333	-4.51666667	LATOSSOLO AMARELO	ZAMA3H6	B23	65	120	0.38
21	ZAMA4	ctb0639	AMOSTRA-EX-13	-46.20000000	-5.28333333	LATOSSOLO AMARELO	ZAMA4H1	A11	0	2	2.15
22	ZAMA4	ctb0639	AMOSTRA-EX-13	-46.20000000	-5.28333333	LATOSSOLO AMARELO	ZAMA4H2	A12	2	10	2.04
23	ZAMA4	ctb0639	AMOSTRA-EX-13	-46.20000000	-5.28333333	LATOSSOLO AMARELO	ZAMA4H3	A3	10	25	0.86
24	ZAMA4	ctb0639	AMOSTRA-EX-13	-46.20000000	-5.28333333	LATOSSOLO AMARELO	ZAMA4H4	B1	25	44	0.69
25	ZAMA4	ctb0639	AMOSTRA-EX-13	-46.20000000	-5.28333333	LATOSSOLO AMARELO	ZAMA4H5	B21	44	70	0.62

Fonte: Registros da Pesquisa (2018).

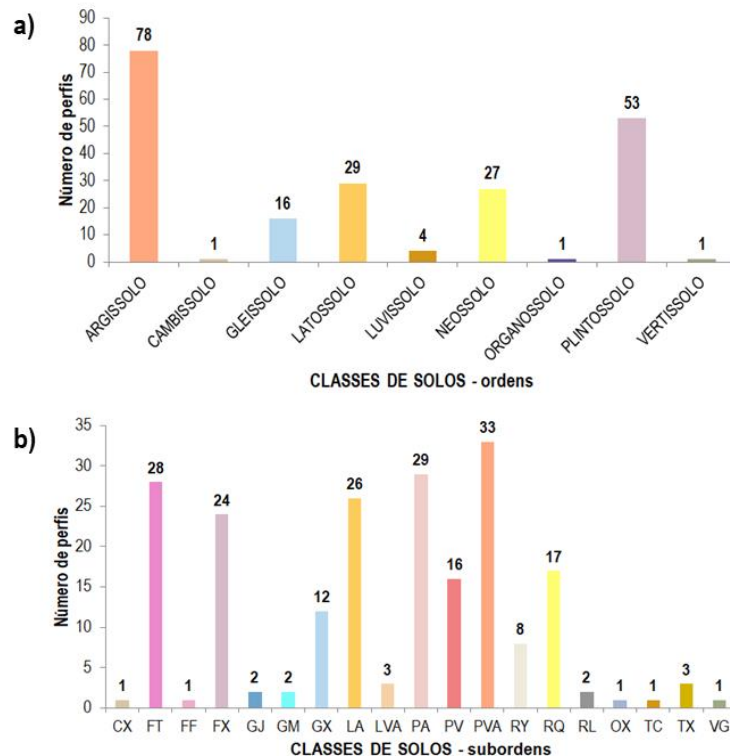
Figura 14 - Espacialização dos 236 perfis com identificação da classe de solo (pontos vermelhos) do BDS-ZEE/Bioma Amazônia-MA



Fonte: Registros da Pesquisa (2018)

A distribuição do número de perfis para cada classe de solo em nível de ordem e subordem do SiBCS (SANTOS et al., 2018), mostra alta variação na distribuição dos perfis por classe para a área do ZEE-Bioma Amazônia-MA (Figuras 15a, 15b, respectivamente).

Figura 15 - (a) Distribuição do número de perfis para cada classe de solo em nível de ordem; (b) nível de subordem do SiBCS (Santos et al., 2018)



Fonte: Registros da Pesquisa (2018)

As classes de solo em nível de ordem do SiBCS com maior proporção na área são os Argissolos, Plintossolos e Latossolos (Figura 15a). Já em nível de subordem do SiBCS, as classe de solos com maior número de perfis no BDS-ZEE/Bioma Amazônia foram os Argissolos Vermelho-Amarelos (PVA), Argissolos Amarelos, Argissolos Vermelhos, Latossolos Amarelos (LA), Plintossolos Argilúvicos (FT) e Plintossolos Háplicos, respectivamente (Figura 15b), sendo essas as classes predominantes no Estado do Maranhão. As demais classes são pouco representativas no banco de dados (Plintossolo Pétrico - FF, Gleissolo Tiomórfico - GJ, Gleissolo Melânico, Neossolo Litólico - RL, Luvissole Háplico - TX, Luvissole Crômico -TC, Organossolo Háplico -OX, Cambissolo Háplico -CX e Vertissolo Hidromórfico - VG).

Na análise exploratória do BDS-Bioma Amazônia-MA, foi observado baixo número de dados de solos ($n = 210$ – Figura 15b) para serem utilizados na modelagem preditiva espacial de classes de solo pela técnica de Mapeamento Digital de Solos. Além disso, 75% dos dados são oriundos de levantamentos realizados nas décadas de 70 e 80. Esses dados obtidos em tempos remotos apresentam problemas como, erro em coordenadas geográficas e teores de carbono orgânico quantificados nestas décadas. Os perfis de solo também se apresentam espacialmente mal distribuídos dentro do território do ZEE-Bioma Amazônia-MA como pode ser visualizado na figura 14.

A análise preliminar do BDS-Bioma Amazônia-MA permitiu a identificação das informações de solo menos representadas e também locais da paisagem com carências de pontos de amostragem de solo. Diante da escassez de dados de solos em algumas áreas do território do ZEE-Bioma Amazônia-MA e também da falta de informações sobre a densidade aparente (D_s) do solo, a qual é parâmetro imprescindível para elaboração do mapa de Estoque de Carbono Orgânico, viu-se a necessidade de elaboração de um Mapa de Amostragem de Solos (MAS). Esse mapa servirá de base para a coleta de amostras de solo em locais estratégicos do território do ZEE-Bioma Amazônia-MA que necessitam de amostragem de solo, visando o planejamento de projeto futuros para a elaboração de Mapa Digital de Classe de Solos mais detalhado e Mapa Digital do Estoque de Carbono Orgânico do Solo. O Mapa de Amostragem de Solos é apresentado no item 3.3.

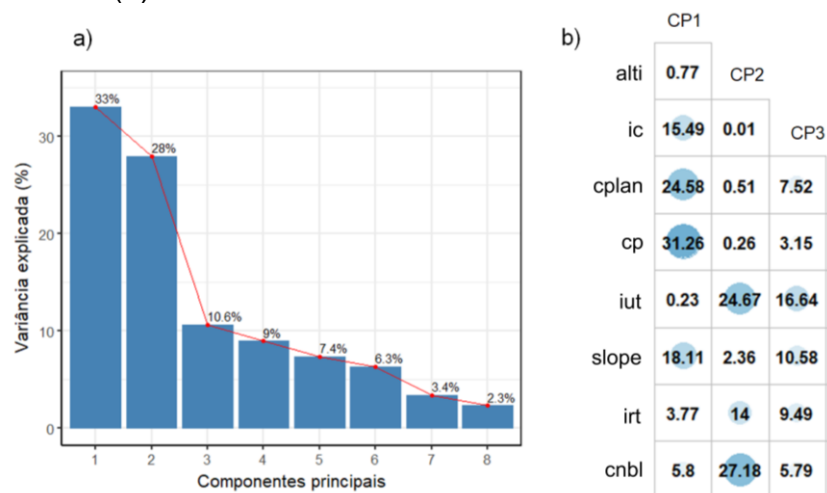
3.2 Análise Exploratória do Terreno

A análise exploratória da paisagem foi realizada pela Análise de Componentes Principais (ACP) utilizando a informação dos atributos do terreno derivados da malha de 720 pontos. Na figura 16, é apresentada a relação entre os autovalores de cada componente principal para o conjunto dos 7 atributos do terreno. Apenas três componentes apresentam autovalor maior que 1, os quais explicam 71,6% da variância presente nos dados (Figura 16a). Nestas componentes, as variáveis que apresentaram pesos mais elevados foram a CP, CNBL, IUT, CPLAN, SLOPE, IC e IRT (Figura 16b). No entanto, os pares de atributos IC e CPLAN, VDCN e SLOPE apresentaram pesos elevados na mesma componente

principal, indicando que esses pares são correlacionados, ou seja, ambos explicam a variabilidade do terreno.

Esses resultados indicam que esses atributos são importantes para caracterizar a variabilidade do terreno na área do ZEE-Bioma Amazônia-MA, e conseqüentemente, serão efetivos na construção dos modelos preditos por técnicas de MDS. Diante desses resultados da ACP, os atributos CP, SLOPE, ALTI, IUT e CNBL foram selecionados como condicionantes para serem utilizados na geração da malha de pontos do Mapa de Amostragem de Solo (MAS) pelo método cLHS e na análise exploratória da relação solo-paisagem.

Figura 16 - Autovalor correspondente a cada componente principal (a) e variância explicada para cada atributo do terreno (b)

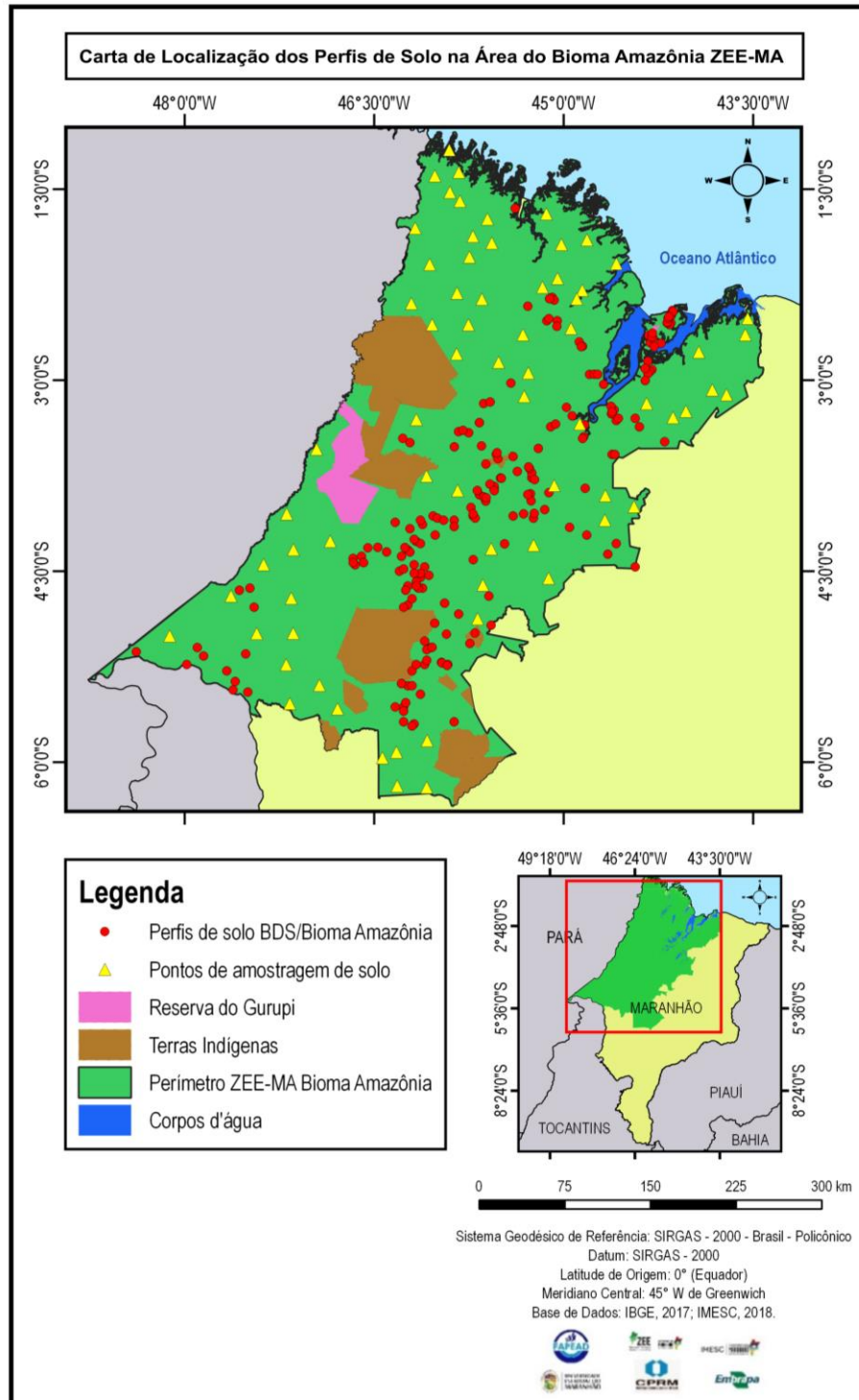


Fonte: Registros da Pesquisa (2018)

3.3 Mapa de Amostragem de Solo (MAS)

A partir dos atributos CP, SLOPE, IUT e ALTI e CBNL selecionados pela análise de ACP foi gerado a malha de pontos do Mapa de Amostragem de Solo (Figura 17). Esse mapa é um indicativo de locais a serem amostrados considerando a variabilidade do terreno e do solo. Cabe ressaltar, que havendo dificuldades de acesso, os pontos podem ser coletados em outros locais, desde que o terreno apresente as mesmas características ambientais.

Figura 17 - Mapa de Amostragem de Solos com indicação dos perfis de solos existentes no BDS/ZEE-Bioma Amazônia (pontos em vermelho) e localização de pontos de amostragem de solos a serem coletados (pontos em preto)

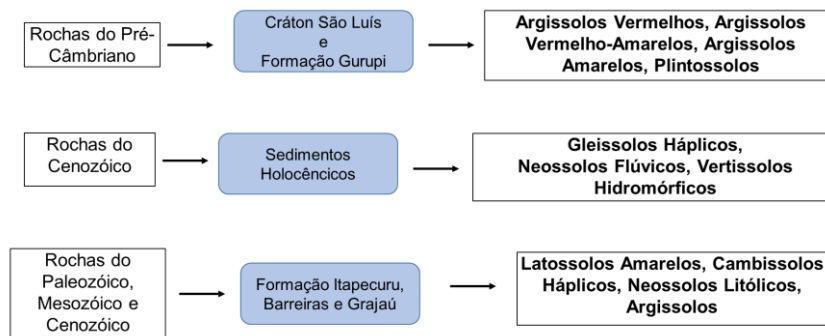


Fonte: Registros da Pesquisa (2018)

3.4 Relação solo-paisagem

A relação solo-paisagem no Estado do Maranhão é complexa, pois se trata de uma área transicional entre diferentes biomas (Amazônia, Cerrados e Caatinga), com climas variados, indo desde o clima Equatorial ao Semiárido, variações de vegetação que vão de Floresta Equatorial a vegetação de Cerrados e suas várias variações, além de uma ampla diversidade de formas de relevo, litologia, geomorfologia e, portanto, de solos. A figura 18 apresenta a síntese da relação solo-geologia/geomorfologia da área de estudo.

Figura 18 - Esquema mostrando a relação solo-geologia/geomorfologia da área do ZEE-Bioma Amazônia-MA



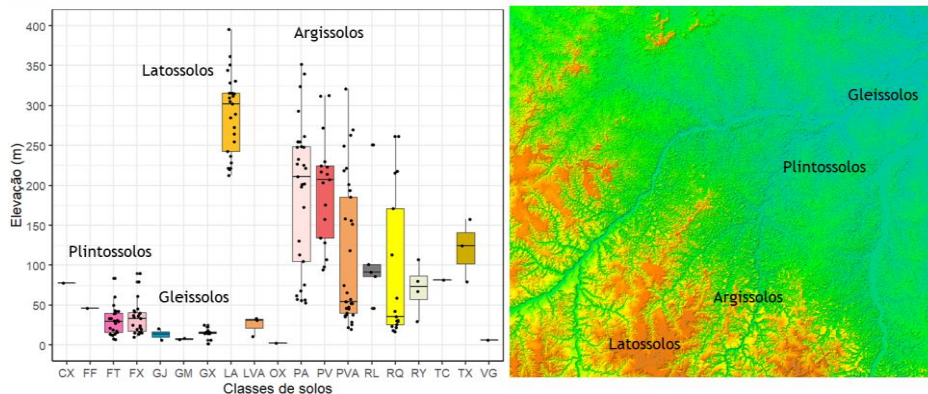
Fonte: Registros da Pesquisa (2018)

As figuras 19 a 23 apresentam os resultados da análise estatística exploratória das covariáveis ambientais relacionadas com as classes de solos, apresentadas na forma de *boxplots* e imagens. Foram avaliadas as covariáveis elevação, declividade, distância da drenagem, índice de umidade e curvatura do terreno. Essas covariáveis vêm complementar o papel das primeiras (Geologia e Geomorfologia), para explicar a distribuição espacial dos solos na paisagem. Observamos que as covariáveis explicam juntas ou separadas, a ocorrência dos solos nos ambientes, no entanto, pode haver certa “mistura” entre classes de solos, o que se explica por aspectos relacionados à quantidade e qualidade dos dados de solos disponíveis no BDS-Bioma Amazônia-MA e sua distribuição espacial, ou seja, além do número de perfis ser pequeno (210 perfis de solos), eles se encontram mal distribuídos na paisagem, havendo áreas não representadas pelos perfis existentes.

Outro problema de qualidade dos dados é a falta e/ou a pouca representação no BDS-Bioma Amazônia-MA, de certas classes de solos existentes na área de estudo, a exemplo de VERTISSOLOS e CAMBISSOLOS com um perfil apenas ou LUVISSOLOS com três perfis. Nesses casos, solução foi eliminar essas classes das análises, para não aumentar o erro (incertezas) dos modelos de predição.

A elevação tem uma excelente relação com as classes de solos (Figura 19), separando muito bem os solos de baixada (GLEISSOLOS e PLINTOSSOLOS) daqueles de ambiente mais seco (LATOSSOLOS e ARGISSOLOS). Isso é claramente ilustrado na imagem representativa da área (Figura 19), onde se pode ver a diferença de relevo. Entre esses dois ambientes, existe uma área de transição, onde os demais tipos de solos ocorrem, variando em curtas distâncias, a exemplo dos ARGISSOLOS.

Figura 19 - Boxplots e imagem mostrando a distribuição das classes de solos em relação à covariável elevação



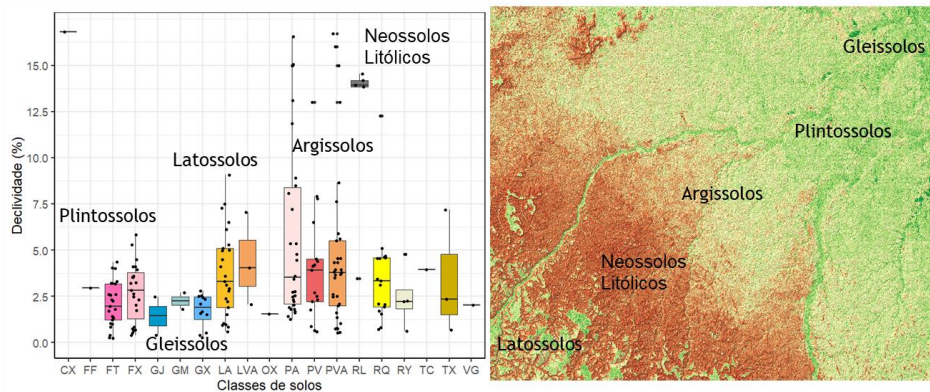
Fonte: Registros da Pesquisa (2018)

Analisando a covariável declividade (Figura 20), os GLEISSOLOS e PLINTOSSOLOS destacam-se nas menores declividades (relevo plano), ou seja, onde há mais possibilidade de acúmulo de água, enquanto que nas maiores declividades (relevo forte ondulado), aparecem os NEOSSOLOS LITÓLICOS. Nas demais classes intermediárias de declividade (relevo suave ondulado), aparecem os ARGISSOLOS e os LATOSSOLOS.

As covariáveis distância da drenagem e índice de umidade (Figuras 21 e 22, respectivamente) mostram que a distribuição das classes de solos nos ambientes é similar àquela observada para elevação, ou seja, nos locais mais

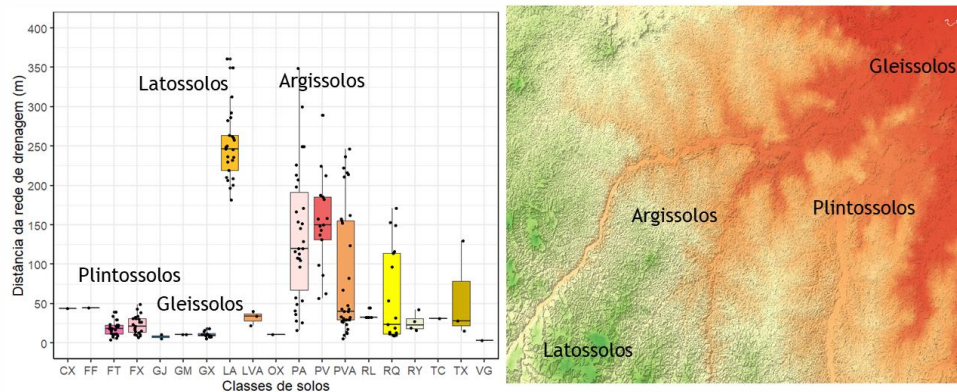
próximos dos rios, lagos e áreas inundáveis, ambientes mais úmidos, portanto, predominam os GLEISSOLOS, acompanhados dos PLINTOSSOLOS, que ocorrem nas áreas subsequentemente mais elevadas que as áreas de baixada (imagens das Figuras 21 e 22). Os ARGISSOLOS e LATOSSOLOS ocorrem nas áreas mais distantes do ambiente úmido, predominantemente na transição e nos platôs.

Figura 20 - *Boxplots* e imagem mostrando a distribuição das classes de solos em relação à covariável declividade



Fonte: Registros da Pesquisa (2018)

Figura 21 - *Boxplots* e imagem mostrando a distribuição das classes de solos em relação à covariável distância da rede de drenagem

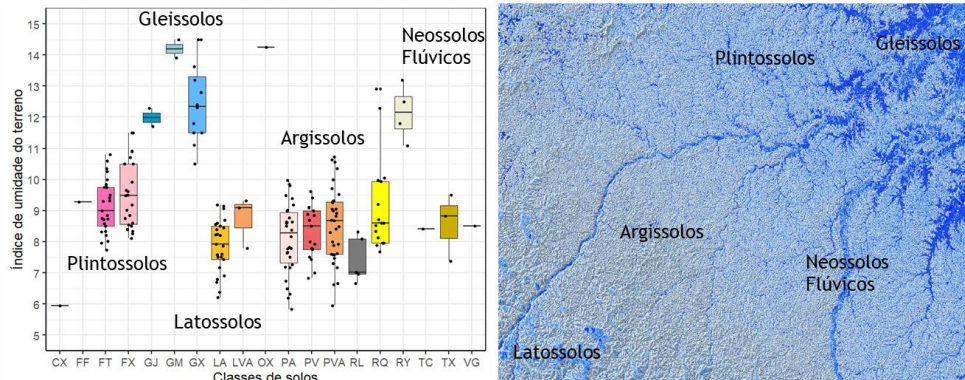


Fonte: Registros da Pesquisa (2018)

A covariável curvatura do terreno está relacionada ao potencial de escoamento e acúmulo de água e sedimentos na paisagem. Em ambientes mais côncavos, a probabilidade de acúmulo de água é maior e, portanto, nesses locais predominam os GLEISSOLOS e PLINTOSSOLOS (Figura 23). Já em ambientes mais convexos, onde o fluxo superficial de água é favorecido, aparecem os

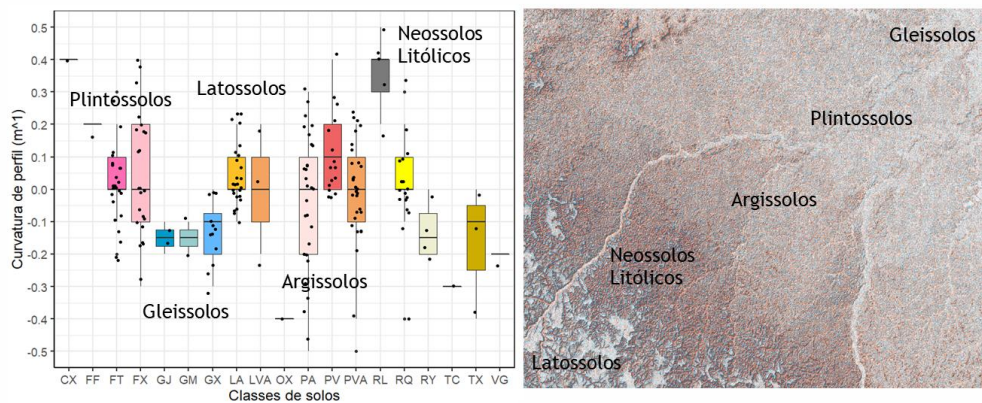
NEOSSOLOS LITÓLICOS. Nos ambientes de transição entre essas formas de curvatura, predominam os ARGISSOLOS e os LATOSSOLOS.

Figura 22 - *Boxplots* e imagem mostrando a distribuição das classes de solos em relação à covariável índice de umidade do terreno (valores maiores indicam maior umidade)



Fonte: Registros da Pesquisa (2018)

Figura 23 - *Boxplots* e imagem mostrando a distribuição das classes de solos em relação à covariável curvatura do terreno (valores negativos indicam terreno côncavo e valores positivos terreno convexo)



Fonte: Registros da Pesquisa (2018)

3.5 Mapeamento Digital de Classes de Solos

O mapa de classes de solos gerado para área do ZEE-Bioma Amazônia-MA pela técnica de Mapeamento Digital de Solos é apresentado na figura 24. O mapa apresentou uma acurácia geral de 55% e Kappa de 0,60. Esse valor de Kappa é classificado como “bom” segundo a classificação de Landis & Koch (1977). Em relação à acurácia de cada classe de solo, os Latossolos Amarelos apresentaram a maior acurácia (AC = 83%), seguidos do Neossolos Flúvicos (AC = 80%, Gleissolos

Háplicos (AC = 69%), Neossolos Quartzarênicos (AC = 67%). Argissolos Vermelho-Amarelos (AC = 63%), Plintossolo Háplicos (AC = 63%) e Argissolos Amarelos (AC = 57%). As menores acurácias foram encontradas para as classes dos Plintossolos Argilúvicos (AC = 54%) e Argissolos Vermelhos (AC = 49%). A menor AC observada nessas classes é explicada pela baixa representatividade de perfis dessas classes na base de dados e também na paisagem. Segundo Taghizadeh-Mehrjardi et al. (2015), a distribuição espacial e número de amostras representativas de cada classe de solo influencia a qualidade de mapas digitais de classe de solos.

A Tabela 3 mostra a área de cada classe de solo predita na área do ZEE-Bioma Amazônia-MA. Nota-se que a classe dos Argissolos Vermelho-Amarelos apresenta a maior área mapeada, seguido dos Latossolos Amarelo, Argissolos Amarelos, Plintossolos Argilúvicos e Gleissolos Háplicos. As classes com menor área mapeada foram Argissolos Vermelhos e Nossolos Flúvicos.

Tabela 3 - Quantificação das classes de solos preditas da área mapeada até o 2º nível categórico (Subordem) do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos -SiBCS (SANTOS et al., 2018)

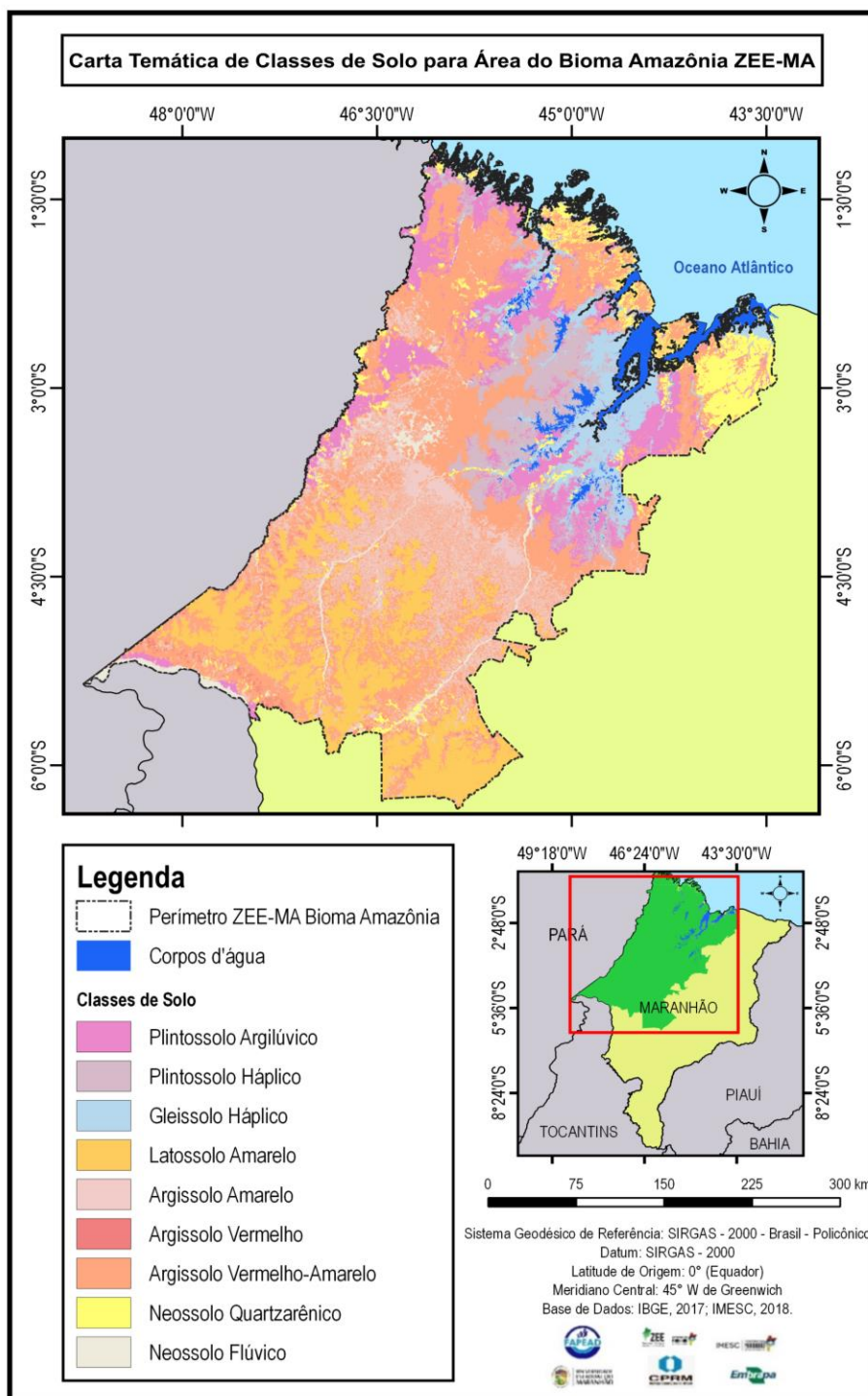
Simbologia da Classe de Solo	Subordem do SiBCS	Área mapeada (km²)
FT	Plintossolo Argilúvico	15.369,56
FX	Plintossolo Háplico	11.506,56
GX	Gleissolo Háplico	13.122,65
PV	Argissolo Vermelho	468,08
PVA	Argissolo Vermelho-Amarelo	49.683,94
PA	Argissolo Amarelo	18.502,41
LA	Latossolo Amarelo	19.655,14
RY	Neossolo Flúvico	2.364,53
RQ	Neossolo Quartzarênico	8.272,30
Total	-	138.945,17

Fonte: Registros da Pesquisa (2018)

O mapa de Incerteza da predição de Classes de Solo (Figura 25) mostras os locais da paisagem onde o modelo de predição foi mais preciso (valores próximos de “um”) e menos preciso (valores próximos de “zero”). As áreas com maior incerteza estão relacionadas com a baixa representatividade de perfis de solo, com destaque para as classes de solos dos Argissolos Vermelhos – PV, Plintossolos Argilúvicos – FT e Argissolos Amarelos – PA, que apresentam a menor acurácia da predição. Além disso, essas classes ocorrem em posições semelhantes da paisagem, sendo de difícil discriminação por modelos matemáticos e até mesmo por pedólogos no campo, quando existe escassez de perfis de solo na base de dados.

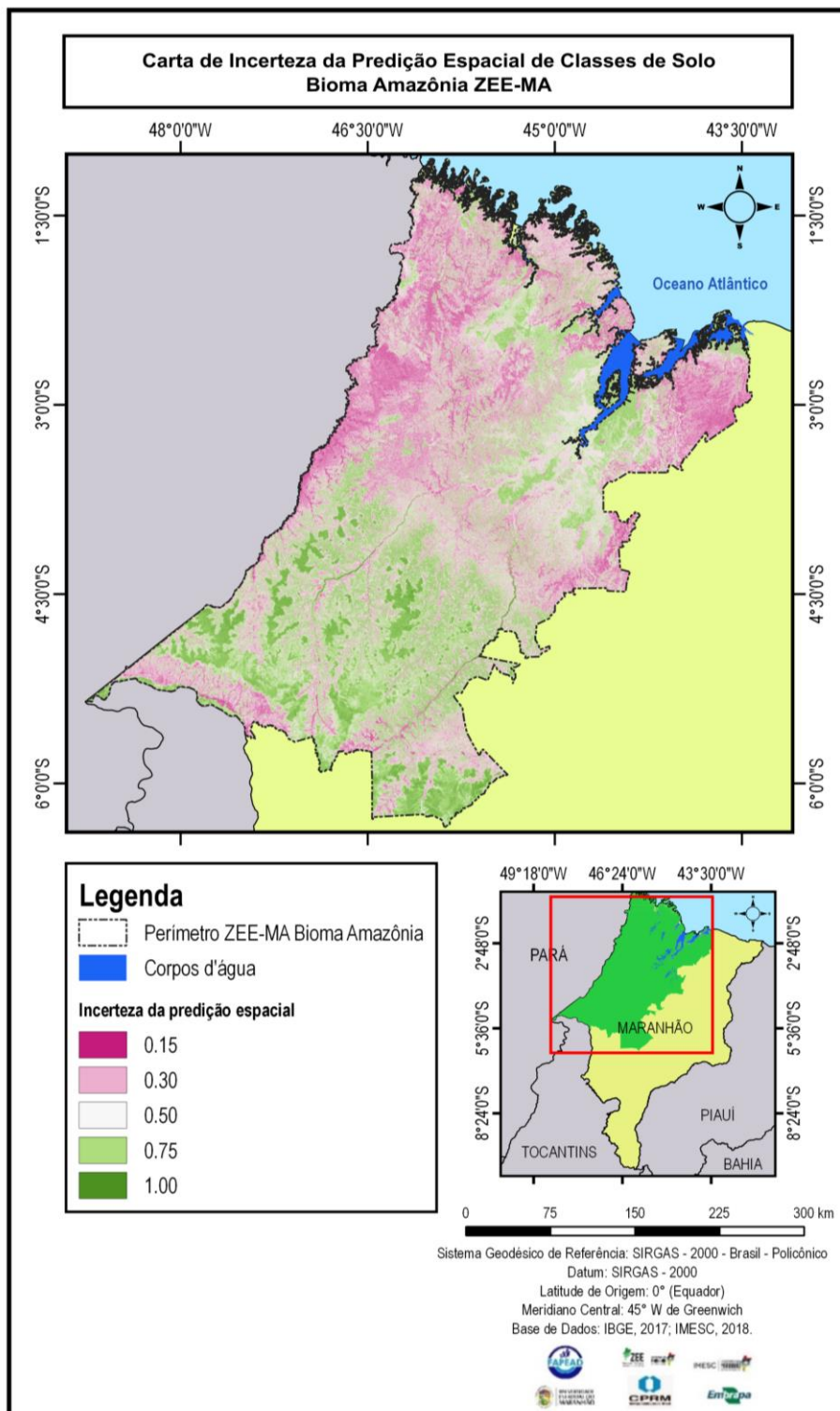
Nota-se que nas áreas onde predominam a classe dos Latossolos Amarelos – LA, Gleissolos Hápicos - GX e Plintossolos Hápicos – FX (Figura 24), apresentaram a menor incerteza (valores próximos de “um”) no mapa da Figura 25.

Figura 24 - Mapa Digital de Classes de Solos (Subordem do SiBCS – SANTOS et al., 2018) da área do ZEE-Bioma Amazônia-MA



Fonte: Registros da Pesquisa (2018)

Figura 25 - Mapa de Incerteza da predição de Classes de Solo para a área do ZEE-Bioma Amazônia-MA

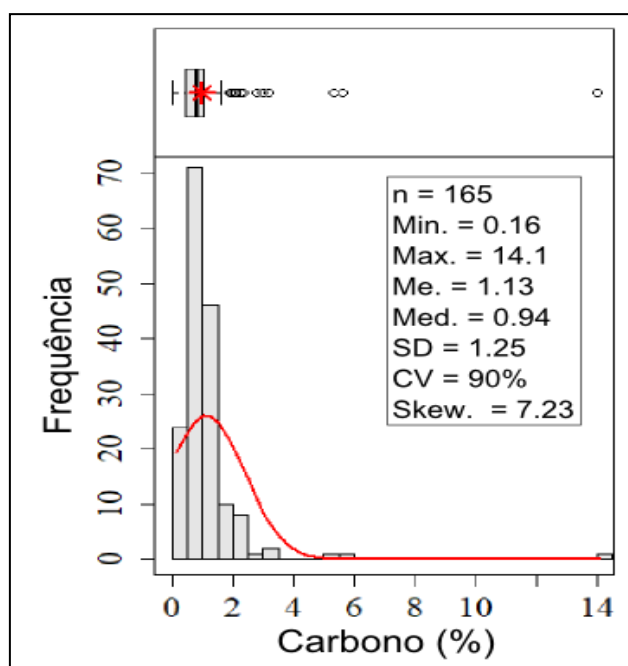


Fonte: Registros da Pesquisa (2018)

3.6 Mapeamento Digital do Teor de Carbono Orgânico

A análise estatística do conjunto de 165 amostras utilizadas na predição do teor de carbono orgânico na camada de 30 cm apresenta é apresentada na figura 26. Em geral, é observada alta variação nos teores de carbono, em que o conteúdo de carbono variou de 0,16 a 14,01%, com um conteúdo médio de 1,13%. O valor de CV de 90% indica a alta variação do conteúdo carbono em torno da média, em que se observa a maior frequência de amostras com teor de carbono entre 0,5 a 1,5%. Essa alta variação está relacionada ao baixo número de amostras com altos teores de carbono orgânico, associadas aos tipos de solos que ocorrem na baixada maranhense, como os ORGANOSSOLOS, GLEISSOLOS e VERTISSOLOS, que possuem altos teores de carbono na profundidade de 30 cm. Cabe ressaltar que isso teve implicação na modelagem e na acurácia do mapa do teor de carbono. Além disso, 80% dos dados de carbono foram obtidos de amostras de solos coletadas nas décadas de 70 e 80, sendo isso outro fator a ser considerado na hora de utilizar e interpretar o Mapa de Carbono gerado no presente projeto.

Figura 26 - Estatística descritiva, histograma e *boxplots* dos teores de carbono do solo. Em que: n: número de amostras, Me: média, SD: desvio-padrão, Min: mínimo, Med: mediana, Max: máximo, CV: coeficiente de variação, Skew: assimetria



Fonte: Registros da Pesquisa (2018)

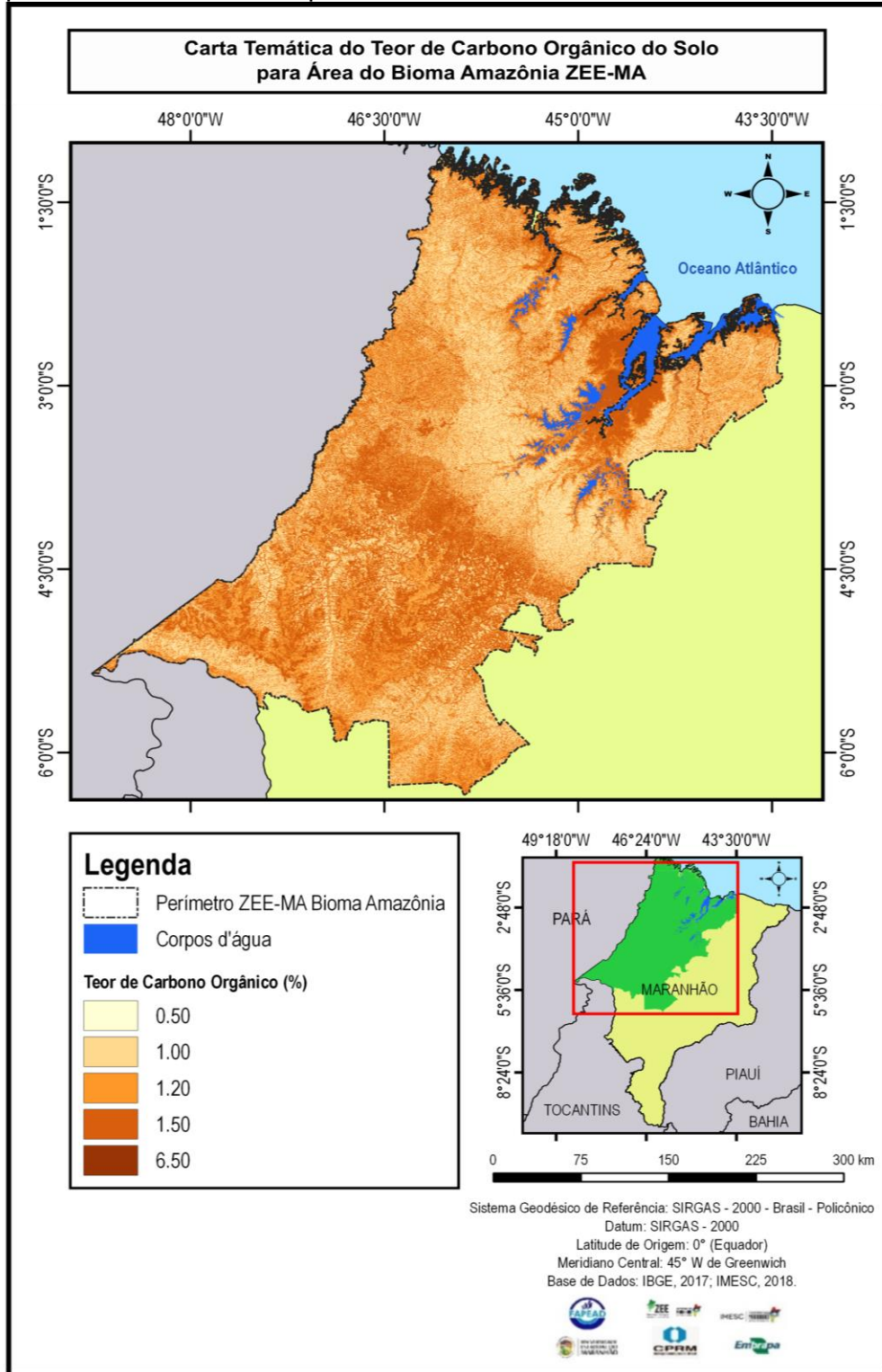
O modelo de predição do teor de carbono orgânico foi gerado a partir de 70% das amostras ($n = 115$) das 165 amostras na profundidade de 30 cm. Para a validação do mapa, foram utilizadas 50 amostras (30% das amostras). Na validação o mapa do Teor de Carbono Orgânico para a área do ZEE-Bioma Amazônia-MA (Figura 27) resultou em uma acurácia geral de 40% e erro médio de predição de 1,19% de carbono (Figura 28). Os maiores teores de carbono são observados na área da baixada maranhense e nas áreas de mangues (reentrâncias maranhenses), como valores entre 4,0 a 6,5% de carbono orgânico. Valores intermediários são observados nas áreas das chapadas, onde predomina a classe de solos LATOSSOLOS AMARELOS sob o uso agrícola, com valores variando entre 1,2 a 2,5%. Já os teores mais baixos de carbono se encontram em áreas com pastagens, na maior parte delas degradadas, e também áreas de dunas com predomínio de NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS, onde os valores variam entre 0,2 a 1,0% de carbono orgânico.

O Mapa de Incerteza (desvio-padrão) da predição do teor de carbono orgânico para a profundidade de 30 cm é apresentado na figura 28. O mapa mostra os valores de desvio-padrão das estimativas de carbono, em que valores altos indicam maiores erros nas predições, ou seja, menor acurácia do mapa (Figura 30). Os maiores erros são observados na parte norte e central da área do ZEE-Bioma Amazônia, sendo essa área associada aos locais com menor número de amostras presentes no banco de dados do ZEE-Bioma Amazônia. Além disso, é natural essas áreas apresentarem maior desvio-padrão devido o maior teor de carbono nessa área, onde estão presentes os maiores índices de vegetação correspondentes ao uso da terra de florestas. Já os menores valores de desvio-padrão são observados em áreas de vegetação menos densa da área do ZEE, onde o conteúdo de carbono é menor, associado ao maior número de amostra para a geração do modelo de predição.

Uma das grandes vantagens da técnica de Mapeamento Digital de Solos é a possibilidade de geração dos Mapas de Erros. Esses mapas podem ser utilizados para direcionar futuras amostragens de solos, onde será dada maior ênfase para a amostragem em áreas com maiores erros de predição. Isso possibilita a redução dos custos do mapeamento e direcionamento dos recursos para áreas prioritárias. A Equipe da Embrapa sugere que o Mapa de Amostragem do Solo e o

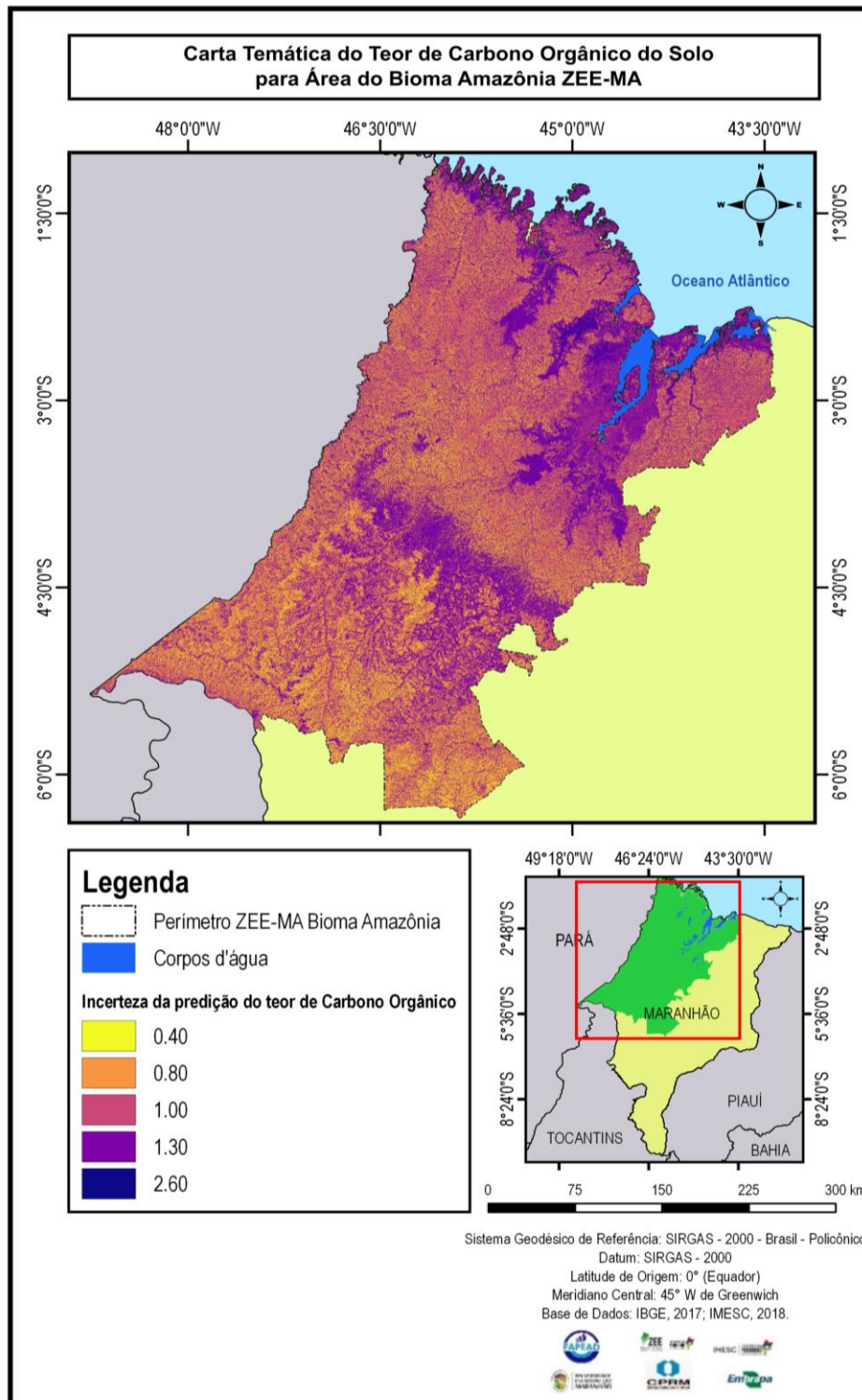
Mapa de Erros de predição do Carbono sejam utilizados em projetos futuros visando gerar informações de solos para a área do ZEE-Bioma Amazônia.

Figura 27 - Mapa Digital do Teor de Carbono Orgânico na profundidade de 30 cm para a área do ZEE-Bioma Amazônia-MA



Fonte: Registros da Pesquisa (2018)

Figura 28 - Mapa de Incerteza (desvio-padrão em %) da Predição do Teor de Carbono Orgânico na profundidade de 30 cm para a área do ZEE-Bioma Amazônia-MA



Fonte: Registros da Pesquisa (2018)

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados gerados mostram o potencial que o Mapeamento Digital de Solos possui, em relação à geração de informações de solos, possibilitando a obtenção de uma base de dados sólida, em que as incertezas são informadas para o usuário final da informação. Além dos custos muito mais reduzidos para a produção dos mapas, o fato da modelagem considerar as incertezas relacionadas à disponibilidade, representatividade e qualidade dos dados e, ao próprio processo de mapeamento, permite decisões mais assertivas e seguras para o planejamento e uso das terras e sobre políticas públicas adequadas para os diferentes solos/ambientes mapeados.

O **mapa de Classes de Solos** para área do ZEE-Bioma Amazônia-MA mostra de forma detalhada as regiões onde predominam solos com aptidão boa para uso agrícola (por exemplo, Argissolos e Latossolos), com aptidão regular para uso agrícola, devido alto teor de alumínio (por exemplo, Plintossolos), assim como áreas com solos mal drenados próximos áreas de Mangue (por exemplo, Gleissolos), onde a indicação mais adequada são Áreas de Preservação Permanente.

O **mapa do Teor de Carbono Orgânico dos Solos** para a profundidade de 30 cm, mostra as áreas onde os teores de carbono são altos, por exemplo, na região conhecida como Baixada maranhense. Para essa região, é importante a criação de políticas públicas com objetivo de minimizar a degradação pelo uso inadequado do solo, o qual pode acarretar perdas de carbono na forma de CO₂ (dióxido de carbono) para atmosfera. Já em áreas com baixos teores de carbono, deve-se fomentar práticas de manejo do solo que aumentem o carbono orgânico, como o plantio direto e os sistemas de integração lavoura-pecuária-florestas (ILPF).

É de extrema importância que em projetos futuros para a área do ZEE-Bioma Amazônia-MA, sejam descritos e coletados novos perfis de solos nos locais indicados pelo **Mapa de Amostragem de Solos** gerado neste estudo, a fim de garantir maior quantidade e qualidade dos dados e melhor representatividade dos solos existentes na área, visando melhorar os resultados (aumentar a precisão) do Mapa de Classes de Solos e Mapa de Teor de Carbono, além de fornecer dados atualizados para o ZEE-Bioma Amazônia-MA.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, J. V. et al. **Projeto RADAM Volume 3- Levantamento exploratório de solos da folha SB.23 São Luís e parte da folha SA.24**. Fortaleza. Rio de Janeiro, 1973. 117p.
- BISHOP, T.; MCBRATNEY, A.; AND LASLETT, G. **Modelling soil attribute depth functions with equal-area quadratic smoothing splines**. *Geoderma*, v. 91, n. 1, p. 27–45, 1999.
- BOLFE, E.L. et al. **Banco de Dados Geoespaciais do Macrozoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Maranhão**. 2014.
- BURROUGH, P. A.; VAN GAANS, P. F.; HOOTSMANS, R. **Continuous classification in soil survey: spatial correlation, confusion and boundaries**. *Geoderma*, v. 77, n. 2-4, p. 115-135, 1997.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Zoneamento Ecológico-Econômico. 2013**. Disponível em: <http://www.ma.gov.br/gestao-territorial/zoneamento-territorial>. Acesso em: 10 mar. 2018.
- BREIMAN, L. **Random Forests**. *Machine Learning*, v.45, p. 5–32, 2001.
- CARVALHO JÚNIOR, W. et al. Método do hipercubo latino condicionado para a amostragem de solos na presença de covariáveis ambientais visando o mapeamento digital de solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, p. 386-396, 2014.
- CARVALHO, R. F.; GAMA, J. R. N. F.; ARAÚJO, E. P.; LOPES, J. R. **Solos da ilha do Maranhão**. São Luís, 2015. 74p.
- CONGALTON, R.G. **A Review of Assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data**. *Remote Sens Environ*, v. 37 p. 35-46, 1991.
- CONRAD, O. et al. **System for Automated Geoscientific Analyses (SAGA) v. 2.1.4**. *Geosci. Model Dev.*, 8, 1991-2007, doi:10.5194/gmd-8-1991-2015.
- EMBRAPA. **Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras da área do polo Pré-Amazônia Maranhense**. Rio de Janeiro, 1982. 290p. (Boletim de pesquisa número 15).
- FAO e GSP (2017). **Gsp guidelines for sharing national data/information to compile a global soil organic carbon (gsoc) map - pillar 4 working group**. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-bp164e.pdf> HENGL, T. et al (2016). **Gsif: Global soil information facilities**. rpackage version 0.5-3. Acesso em: 10 mar. 2018.

HENGL, T.; REUTER, H. I. **Geomorphometry: concepts, software, applications**. Developments in soil science. Amsterdam: Elsevier, 2008. 772p.

HOUNKPATIN, K. O. et al. Predicting reference soil groups using legacy data: A data pruning and Random Forest approach for tropical environment (Dano catchment, Burkina Faso). **Scientific reports**, v. 8, n. 1, p. 9959, 2018.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Pedologia: Mapa exploratório de solos**. Estado do Maranhão. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

JACOMINE, P.K.T. (Coord.). **Levantamento exploratório - reconhecimento de solos do Estado do Maranhão**. Rio de Janeiro: Embrapa-SNLCS/Sudene-DRN, 1986a. 2 v. (Embrapa-SNLCS. Boletim de pesquisa, 35; Sudene-DRN. Recursos de solos, 17).

JACOMINE, P.K.T. (Coord.). **Zoneamento edafoclimático do babaçu nos estados do Maranhão e Piauí**. Rio de Janeiro: Embrapa-SNLCS, 1984. 557 p. (Embrapa-SNLCS. Boletim de pesquisa, 26; Sudene-DRN. Série Recursos de solos, 16).

JENNY, H. **Factors of soil formation - a system of quantitative pedology**. New York: Dover Publications, 1941. 281p.

LAGACHERIE, P.; MCBRATNEY, A.B.; VOLTZ, M. (Eds.). **Digital soil mapping - an introductory perspective**. Amsterdam: Elsevier, 2006. p. 3-22.

LANDIS, J. R. & KOCH, G. G. **The measurement of observer agreement for categorical data**. **Biometrics**, v.33, p.159-174, 1977.

MARTINS, A.L.S. Indicadores de qualidade de um plintossolo e relação com a produtividade do milho sob plantio direto em aléias. **Dissertação** - Programa de Pós-Graduação em Agroecologia da Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, MA, 2006. 90 p.

MCBRATNEY, A. B.; MENDONÇA-SANTOS, M.; MINASNY, B. **On digital soil mapping**. *Geoderma*, v.117, p. 3-52, 2003.

MCKENZIE, N.J. & RYAN, P.J. **Spatial prediction of soil properties using environmental correlation**. *Geoderma*, v. 89, p. 67-94, 1999.

MINASNY, B.; MCBRATNEY, A. B. **A conditioned Latin hypercube method for sampling in the presence of ancillary information**. *Comput. Geosci.* v. 32, p.1378-1388, 2006.

MOORE, I. D.; GEISSLER, P. E.; NIELSEN, G. A; PETERSON, G. A. **Soil attribute prediction using terrain analysis**. *Soil Science Society of America Journal*, v. 57, p. 443-452, 1993.

PONCE HERNANDES, R.; MARRIOTT, F.; AND BECKETT, P. **An improved method for reconstructing a soil profile from analyses of a small number of samples.** European Journal of Soil Science, v. 37, n. 3, p. 455–467, 1986.

R CORE TEAM (2018). R: **A language and environment for statistical computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.

SANTOS, H.G. dos et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 5 ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SANTOS, C. C. Serviços ambientais em diferentes sistemas de uso e ocupação do solo no município de Monção-MA, Amazônia Oriental, Brasil. **Tese - Programa de Pós Graduação em Agroecologia da Universidade Estadual do Maranhão,** São Luís, MA, 2016. 108 p.

SILVA, M.B. **Caracterização da Cobertura Pedológica da Bacia Hidrográfica do Rio Mearim.** Relatório de Viagem do NuGEO. 2015.

SILVA, M.B. **Levantamento de Reconhecimento e Aptidão Agrícola das Terras da Fazenda Kaiser, município de Balsas (MA).** 2005.

SILVA, M.B. **Levantamento de Reconhecimento e Aptidão Agrícola das Terras da Fazenda Pé-de-Bicho, município de Balsas (MA).** 2005.

SILVA, M.B. **Levantamento de Reconhecimento e Aptidão Agrícola das Terras da Fazenda São João, município de Fortaleza dos Nogueiras (MA).** 2008.

SILVA, M.B. **Levantamento de Reconhecimento e Aptidão Agrícola das Terras da Fazenda Itapajé, município de Coelho Neto (MA).** *In:* EIA-RIMA da Fazenda Itapajé. 2009.

SILVA, M.B. **Levantamento de Reconhecimento e Aptidão Agrícola das Terras do Projeto Florestal da Gusa Nordeste S/A, município de Buriti Bravo (MA).** *In:* Estudo de Impacto Ambiental-EIA e Relatório de Impacto Ambiental-RIMA do Projeto Florestal da Gusa Nordeste S/A.2010.

SILVA, M.B. **Levantamento de Reconhecimento e Aptidão Agrícola das Terras da Fazenda Eldorado, municípios de Igarapé do Meio, Bela Vista do Maranhão e Monção (MA).** 2014.

SOMMER, S.; ARAÚJO, M.P.; MARTINS, J. S.; CORRÊA, P.R.S. **Projeto RADAM Levantamento exploratório de solos da folha SB.23 Teresina e parte da folha SB. 24 Jaguaribe.** Volume 2- Rio de Janeiro, 1973. 144p.

TAGHIZADEH-MEHRJARDI R et al. **Comparing data mining classifiers to predict spatial distribution of USDA-family soil groups in Baneh region, Iran.** Geoderma, v.253, p.67-77, 2015.

VALERIANO, M. M.; ROSSETTI, D. F. **Topodata: Brazilian full coverage refinement of SRTM data**. Applied Geography, Amsterdam, v.32, n.2, p.300-309, mar. 2011

VENTURIERI, A. et al. **Potencialidade Agrícola de Municípios ao Longo da Ferrovia Carajás-Itaqui, entre Santa Inês e São Luis, MA**. Belém, PA. Embrapa Amazônia Oriental, 2017. 129 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 433).

WILSON, J.P.; GALLANT, J.C. 2000. **Digital terrain analysis**. In: Wilson, J.P., Gallant, J.C. (Eds.), Terrain Analysis: Principles and Applications, p. 1–27.

RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS

Equipe

Helen Nébias Barreto; Veruska Costa de Jesus; Thomas Jefferson Alves Santos.

1 INTRODUÇÃO

A água, como recurso natural, assume papel importante no atual cenário de desenvolvimento econômico, tornando-se essencial por problemas associados à oferta limitada e à variabilidade temporal e espacial. Dentro desta perspectiva, no contexto de um Zoneamento Ecológico-Econômico, a água é um recurso estratégico e que requer abordagem abrangente quanto às atividades econômicas. Para isso, conhecer as características da rede hidrográfica associada à análise de outras variáveis ambientais, possibilita a discussão sobre a disponibilidade hídrica natural, o grau de vulnerabilidade e a geração de indicadores ambientais. Estes são aspectos fundamentais do enfoque ecológico que norteia o Zoneamento Ecológico-Econômico, conforme metodologia estabelecida pelo Ministério do Meio Ambiente.

Neste sentido, para a cobertura de grandes extensões territoriais que envolvem os estudos do ZEE no Brasil, recorre-se à Cartografia e às ferramentas e técnicas computacionais avançadas que auxiliam na representação plana dos aspectos naturais e artificiais da superfície terrestre. O processo cartográfico envolve o estudo e construção de formulação matemática, a definição de métodos de trabalho e a elaboração dos produtos cartográficos, tendo como objetivo a localização geográfica, a avaliação de distâncias, formas e direções bem como a apresentação de um modelo da superfície em escala reduzida. Neste sentido, os sistemas específicos do universo das Geotecnologias, como os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), fornecem soluções para tratar assuntos geográficos, como a representação espacial e atualização de informações relativas aos aspectos naturais, em especial a rede hidrográfica.

Dentro desta perspectiva, este trabalho fundamenta-se no ajuste e construção de base cartográfica da hidrografia referente ao Bioma Amazônico do estado do Maranhão que atenda aos requisitos do termo de referência do instrumento Zoneamento Ecológico-Econômico, em escala 1:250.000. Este trabalho visa também a precisão cartográfica, a atualização, a melhor caracterização dos aspectos naturais

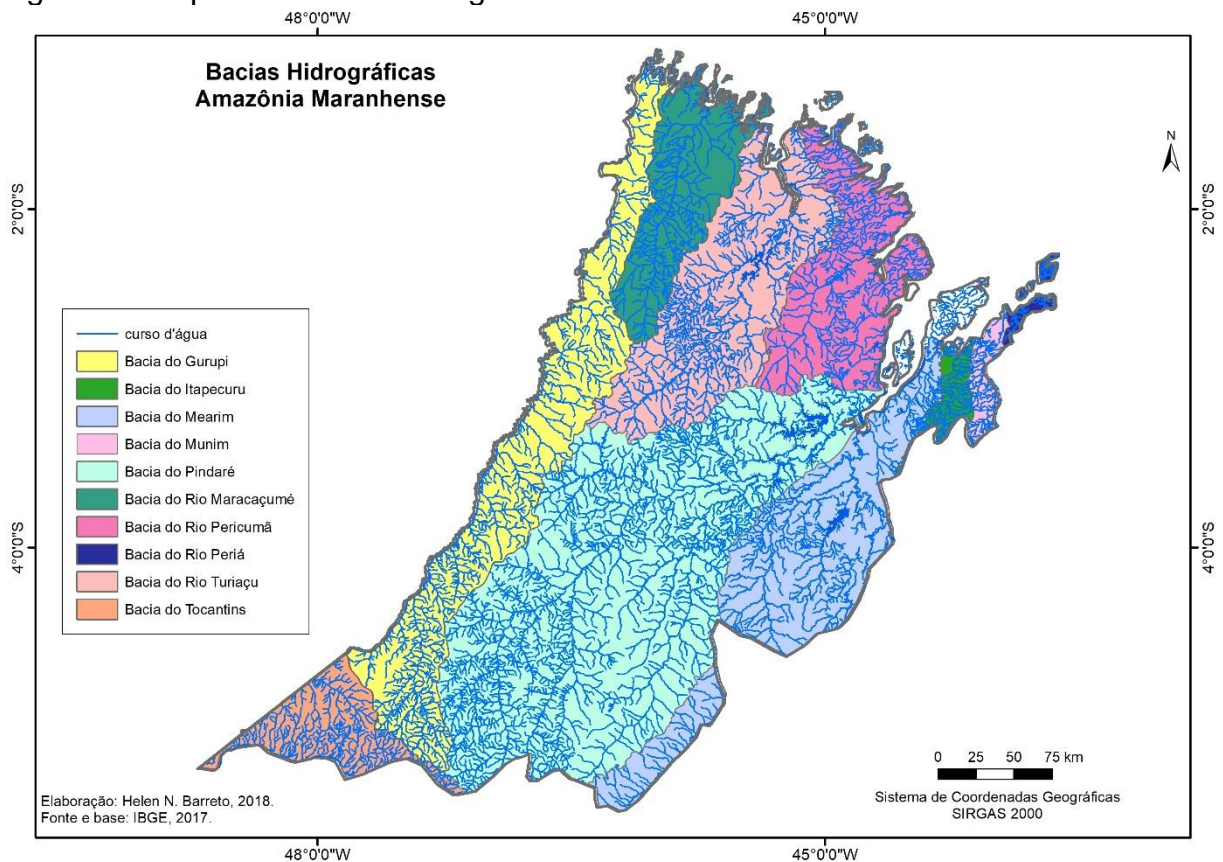
relativos aos cursos d'água e a realização de análises espaciais com maior nível de detalhe cartográfico. Portanto, apoia-se no uso de geotecnologias e de produtos correlatos para o tratamento da informação e a elaboração de base espacial hidrográfica do Bioma Amazônico maranhense.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

2.1 Escala de trabalho

No caso particular do estado do Maranhão, tem-se disponível, para a área do Bioma Amazônico, a base cartográfica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e da Agência Nacional de Águas (ANA), em escala 1:250.000, que incorpora os planos de informação: trechos de drenagem, limites de bacias hidrográficas e massas de água, conforme mostrado na Figura 01.

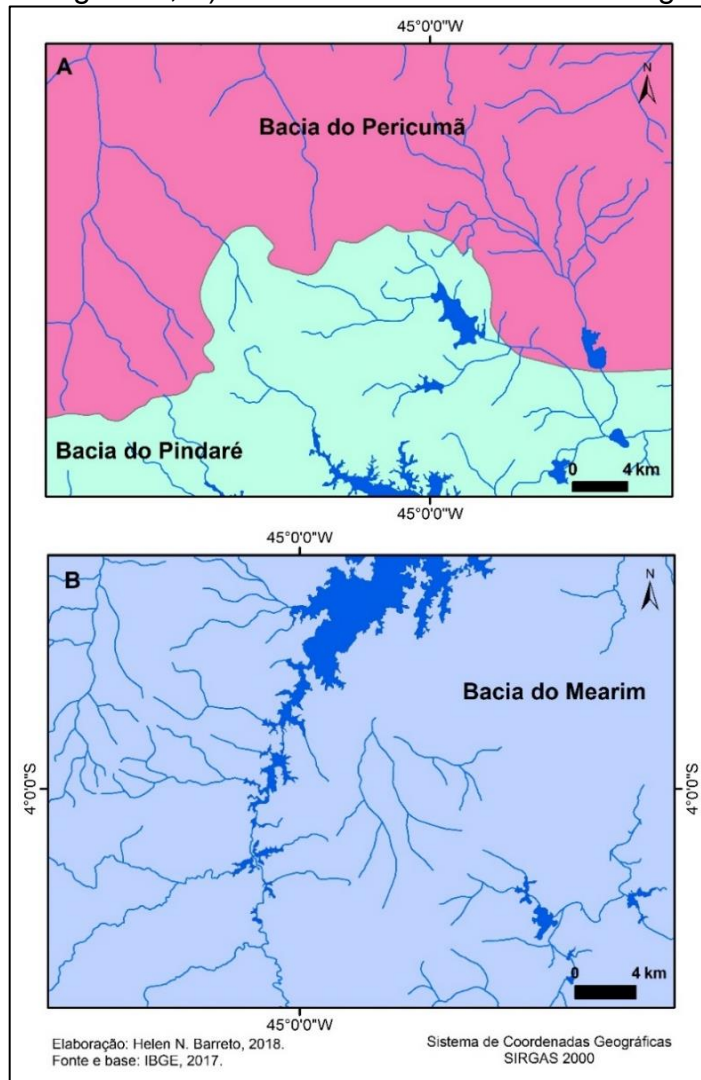
Figura 1 - Mapa das bacias hidrográficas do bioma Amazônico



Fonte: Adaptado do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE (2017)

Contudo, a partir da análise da base hidrográfica do IBGE, conclui-se que a rede de drenagem se apresenta em multiescala, devido à generalização cartográfica presente na maior parte das bacias que contemplam o bioma, como se observa, por exemplo, no médio curso da bacia do rio Pindaré. Além disso, destaca-se nesta mesma base, diversos erros cartográficos na delimitação de bacias hidrográficas e dos trechos de drenagem. Na Figura 02, são mostrados dois exemplos de erros comuns encontrados na base cartográfica. Na Figura 02A, tem-se um grande afluente da bacia do rio Pindaré inserido na bacia do rio Pericumã, em virtude do erro de delimitação do divisor hidrográfico. Quando se trata de bacias hidrográficas de grande extensão territorial, muitas vezes o limite de bacia é delimitado por meio de extração automática, processada em Sistema de Informação Geográfica. Embora seja um processo adotado para a cobertura de grandes bacias, nem sempre é realizada a conferência e o refinamento cartográfico. Na figura 02B, tem-se outro tipo de erro comum nas bases espaciais de hidrografia, como o exemplo da bacia do rio Mearim, representado pela desconexão de trechos de drenagem com o rio principal e demais afluentes, gerando trechos de drenagem descontínuos. Além disso, observa-se que em ambas figuras há generalização da rede de drenagem, considerando-se a escala de trabalho 1:250.000.

Figura 2 - A) Erro de delimitação de bacia hidrográfica; B) Desconexão de rede de drenagem



Fonte: Adaptado do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017)

Para atender ao termo de referência do ZEE quanto à escala de trabalho, foi adotado o sistema de referência internacional do Manual de Normas, Especificações e Procedimentos para a Carta Internacional do Mundo ao Milionésimo — CIM (IBGE, 1993). O sistema de folhas da carta ao milionésimo desdobra-se em outras escalas, e a Folha 1:250.000 apresenta um índice de nomenclatura, composto da letra da zona e do número do fuso correspondente à Folha, precedido da letra S pelo fato da área situar-se no hemisfério Sul. Por se tratar da escala 1:250.000, a nomenclatura ainda recebe duas letras. Assim, os produtos cartográficos referentes à base hidrográfica neste trabalho serão apresentados conforme o sistema internacional

de articulação de Folhas que fornece informações sobre a posição da área mapeada, padronizando as referências cartográficas.

Na área do Bioma Amazônico, tem-se duas articulações de Folhas 1:250.000, divididas a cada 1° 30', conforme ilustrado nas figuras 03 e 04: (i) a articulação conforme o limite do bioma Amazônico, definido pelo IBGE, contemplando dezesseis Folhas e; (ii) a articulação conforme o limite do bioma Amazônico definido pela coordenação do ZEE Maranhão (IMESC, 2018), que agrega o limite municipal na alteração do Bioma Amazônico, contemplando dezoito Folhas.

Figura 3 - Articulação das Folhas do IBGE em escala 1:250.000

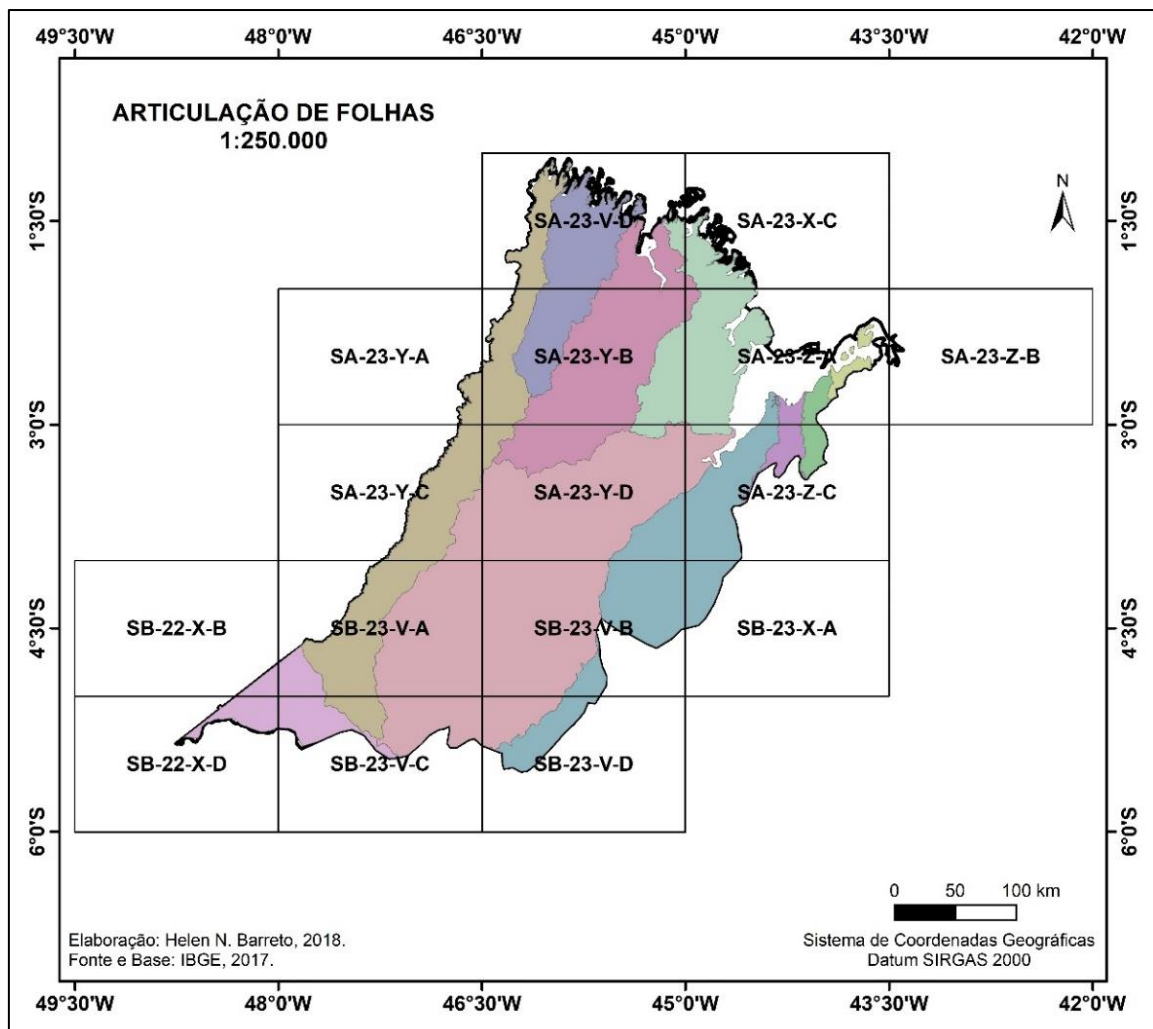
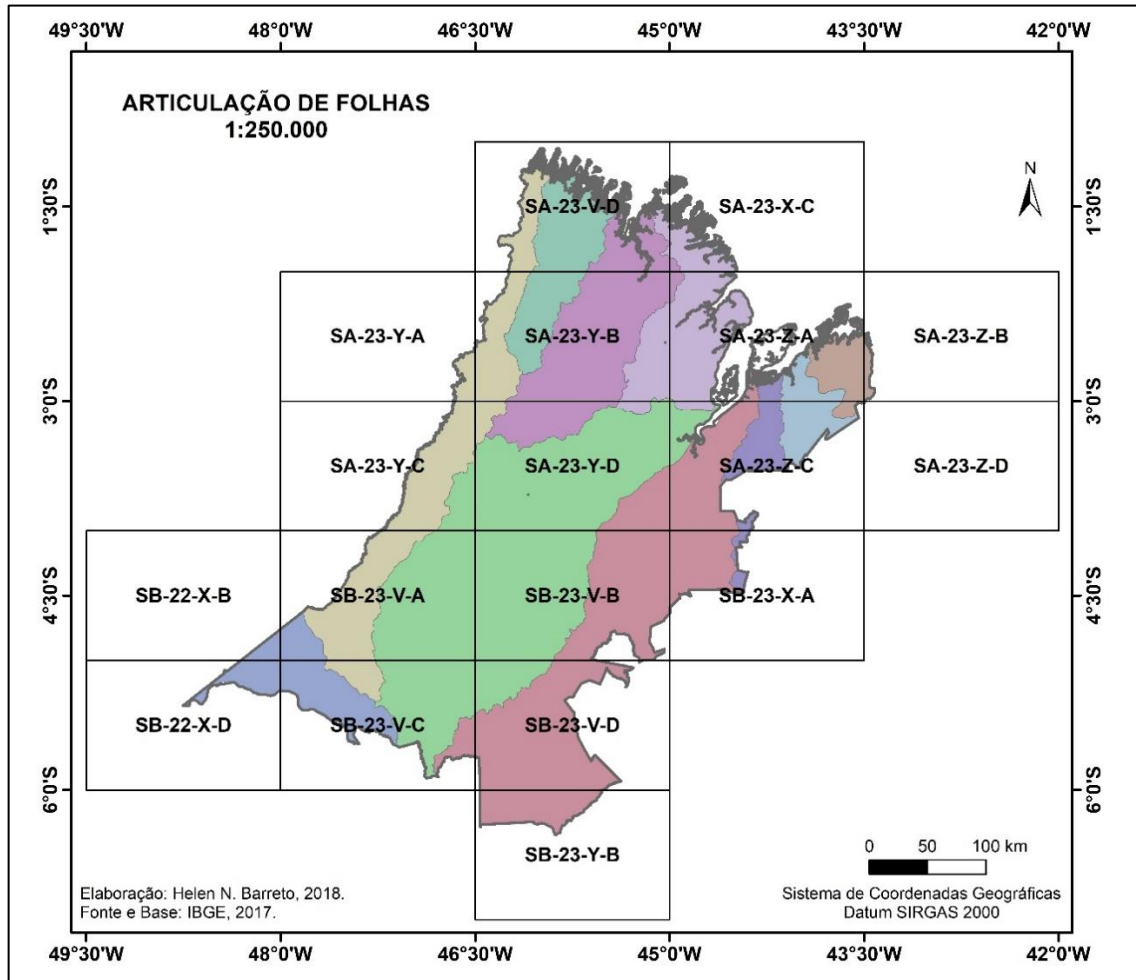


Figura 4 - Articulação das Folhas do IBGE em escala 1:250.000, considerando os limites de municípios na delimitação do Bioma Amazônico



2.2 Bases espaciais

As diversas bases espaciais utilizadas referem-se a dados de órgãos governamentais responsáveis pela elaboração de bases cartográficas oficiais. As diferentes informações requeridas para o ajuste e construção da nova base hidrográfica, foram obtidas no banco de dados da Agência Nacional de Águas (ANA), do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

A base de dados vetoriais foi extraída do IBGE e da ANA e os planos de informação utilizados como referência para o ajuste cartográfico da drenagem foram: trecho de drenagem, massa de água, curva de nível, ponto cotado e limite de bacia hidrográfica. Quanto às bases de dados matriciais foram selecionados três tipos de

documentos cartográficos para auxiliar no processo de correção e ajuste espacial dos cursos d'água, quais sejam:

- a) O Modelo Digital de Elevação (MDE) de imagens de radar SRTM, com resolução espacial de 30 metros, do Projeto TOPODATA/INPE (2008). O MDE é uma forma de representação do terreno, referente exclusivamente à altimetria ou modelagem topográfica. Essa base altimétrica foi utilizada para refinar a rede de drenagem e os limites das bacias hidrográficas.
- b) As imagens de satélite do sensor *Rapideye*, com resolução espacial de 5 metros, do Geocatálogo do Ministério do Meio Ambiente, referente ao ano de 2011. Para as bases matriciais referentes ao MDE do TOPODATA e as imagens de satélite *Rapideye*, foram elaborados os mosaicos da área do bioma a partir do conjunto de cenas. Estes documentos auxiliaram na atualização das informações da rede drenagem e na verificação dos erros de vetorização dos trechos de drenagem da base original do IBGE.
- c) A base topográfica, referente às cartas digitalizadas planialtimétricas de 1989 e planimétricas de 1978, da Diretoria de Serviço Geográfico do Exército (DSG) e IBGE. Mesmo se tratando de cartas em escalas de maior detalhe (1:100.000), esses documentos foram utilizados para identificação de informações básicas, como, por exemplo a toponímia dos cursos d'água e das massas de água.



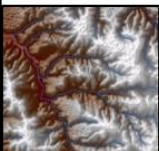
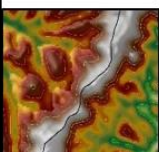

2.3 Tratamento da informação espacial

O tratamento da informação espacial foi realizado a partir de ferramenta computacional comumente utilizada para o processamento de informações espaciais: o Sistema de Informação Geográfica (SIG). O SIG representa um conjunto de tecnologias voltadas para a coleta e tratamento de informações espaciais que atendam a um objetivo específico, desde a coleta até a geração de produtos na forma de mapas, relatórios, arquivos digitais, entre outros. Estes sistemas destinam-se ao processamento de dados referenciados geograficamente, gráficos e não gráficos (alfanuméricos), com ênfase em análises espaciais e modelagens de superfície (LONGLEY, 2013).

Assim, o aspecto mais fundamental dos dados tratados no SIG é a natureza dual da informação. Um dado geográfico possui uma localização geográfica e atributos descritivos. Outro aspecto importante é que o dado geográfico não existe sozinho no espaço, além de sua localização é fundamental representar a relação entre os diversos dados. Neste sentido, foi adotado neste trabalho, o sistema *ArcGIS* 10.2 para a representação dos fenômenos geográficos rede de drenagem, limite de bacia e massa de água.

No ambiente SIG, procedeu-se à conversão de toda a base cartográfica para o sistema de coordenadas planas Universal Transversa de Mercator (UTM) e para o referencial geodésico brasileiro, o datum Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS) do ano de 2000. A construção de uma nova base hidrográfica, iniciou-se com o processo de vetorização. O princípio norteador desse processo é o de identificar as entidades representadas nas cartas topográficas digitalizadas ou representadas nas imagens de satélite e de radar (Figura 05) por conjuntos de pontos, e seguir essas feições transformando-as em linhas (vetores). Neste trabalho, este processo foi realizado de forma semiautomática, ou seja, uma vetorização assistida em que o sistema acompanha e vetoriza uma determinada linha que lhe foi indicada pelo operador. Logo, em caso de conflito no cruzamento ou conexão de vetores, cabe ao operador a decisão de edição.

Figura 5 - Produtos de referência para a vetorização e construção da nova base espacial hidrográfica

	<p>A toponímia da rede de drenagem corresponde à das cartas topográficas em escala de 1:100.000 do DSG (1979) e IBGE (2000).</p>
	<p>O mosaico de imagens do satélite <i>Rapideye</i> (2011) com resolução espacial de 5m, foi a base para a vetorização dos cursos d'água e massas de água.</p>
	<p>O mosaico de imagens de Radar SRTM/TOPODATA (2008), com resolução espacial de 30m, foi a base para a vetorização dos cursos d'água de 1ª ordem e canais intermitentes que não apresentavam lâmina d'água visível, utilizando-se para isso o Modelo Digital de Elevação (MDE) e a técnica de relevo sombreado.</p>
	<p>A base para a vetorização do limite das bacias hidrográficas foi a partir da análise das curvas de nível geradas a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE) da imagem SRTM/TOPODATA.</p>
	<p>A base para a vetorização das massas d'água foram as imagens de satélite <i>Rapideye</i> (2011).</p>

Fonte: Registros da Pesquisa (2018)

2.4 Morfometria

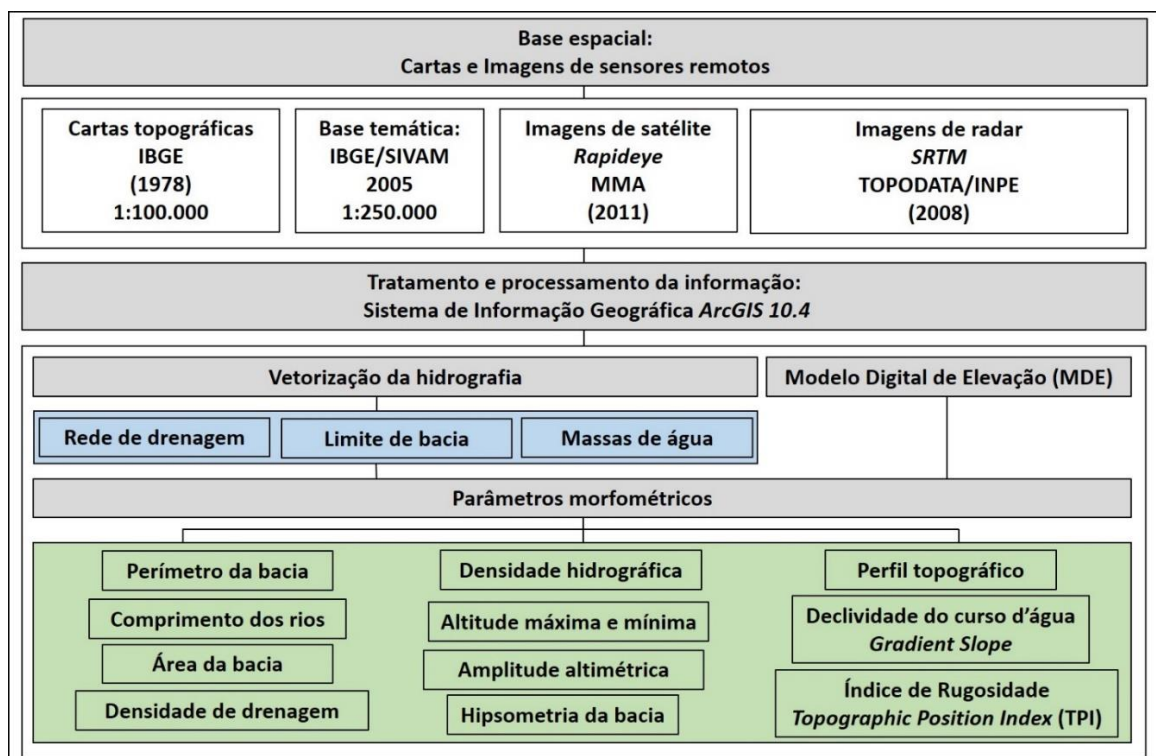
Uma vez que os cursos d'água constituem um dos principais agentes do processo de esculturação da paisagem, o estudo da relação da fisiografia da bacia e seu comportamento hidrológico permite compreender os processos fluviais e as formas resultantes (GUERRA; CUNHA, 1994). A análise quantitativa dos elementos resultantes do modelado do relevo de uma bacia hidrográfica é conhecida como morfometria fluvial. Trata-se de um método analítico que considera o conjunto das vertentes e canais que compõem o relevo, sendo que os valores medidos correspondentes aos atributos desses elementos, configuram a base para a determinação dos parâmetros morfométricos. Christofolletti (1980) evidencia que a drenagem se encontra especialmente vinculada, como fator analítico, a outro elemento fisiográfico e geomorfológico de grande importância: a erosão.

Nesse sentido, no contexto deste trabalho, foram mensurados alguns parâmetros morfométricos para as bacias hidrográficas, tendo como elementos de

análise, sua própria área, a rede de drenagem e o arranjo das vertentes (relevo). A técnica mais comum de derivação dos atributos e extração das características morfométricas de uma bacia hidrográfica, baseia-se em documentos cartográficos de maior precisão, como os Modelos Digitais de Elevação (MDE), processados em ambiente digital, especificamente em Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

No Fluxograma 1, são apresentados os produtos utilizados e os parâmetros que foram gerados para a análise das bacias hidrográficas, dentre os quais: área da bacia; comprimento de canais; perímetro; altitude máxima, média e mínima; amplitude altimétrica; perfis longitudinais; declividade; *Topographic Position Index* (TPI) ou Índice de Rugosidade; densidade de drenagem e; densidade hidrográfica ou frequência de canais.

Fluxograma 1 -Construção dos parâmetros morfométricos



Fonte: Resultados da Pesquisa (2018)

2.5 Base de dados hidrológicos

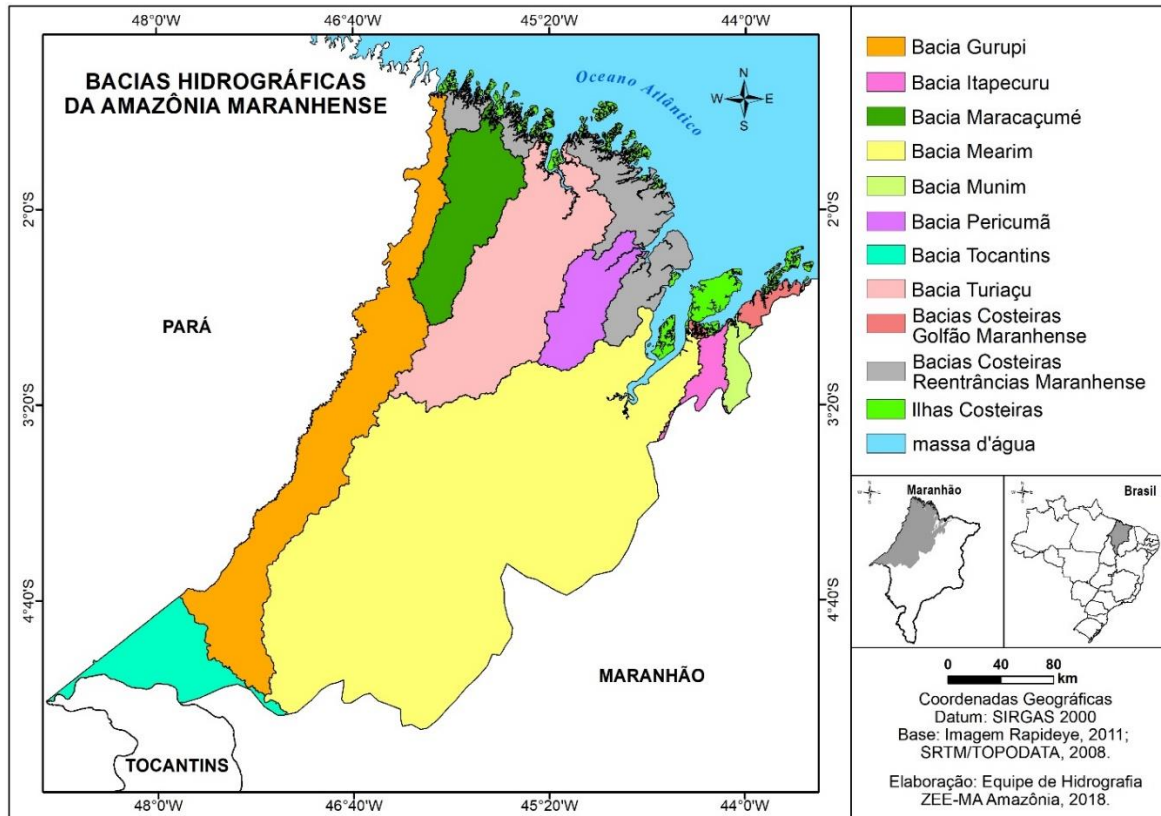
Os dados hidrológicos foram adquiridos na ANA e no SNIRH e correspondem aos dados das estações fluviométricas operadas pela ANA e pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), disponíveis no portal Hidroweb. Neste trabalho, foram utilizados os dados de vazão (m^3/s) das estações monitoradas nos principais rios do Bioma Amazônico.

Outro dado utilizado da ANA, refere-se à estimativa da vazão de água retirada e destinada a atender os diversos usos consuntivos, entre eles: urbano, rural, criação de animais, industrial e irrigação. As demandas foram estimadas com base nas informações secundárias de processos de outorga de uso dos recursos hídricos estaduais e federais, até o ano de 2014, e; dados populacionais, segundo estimativa do IBGE para o ano de 2013 (ANA, 2018).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES: Bacias Hidrográficas do Bioma Amazônico

O Bioma Amazônico compreende oito bacias hidrográficas — Mearim, Gurupi, Turiaçu, Maracaçumé, Pericumã, Tocantins, Itapecuru e Munim — dois sistemas de bacias costeiras — o Sistema de Bacias das Reentrâncias Maranhenses e o Sistema de Bacias do Golfão Maranhense — e as bacias da Ilha do Maranhão (Figura 06). As bacias encontram-se conectadas geograficamente com os estados do Pará e Tocantins.

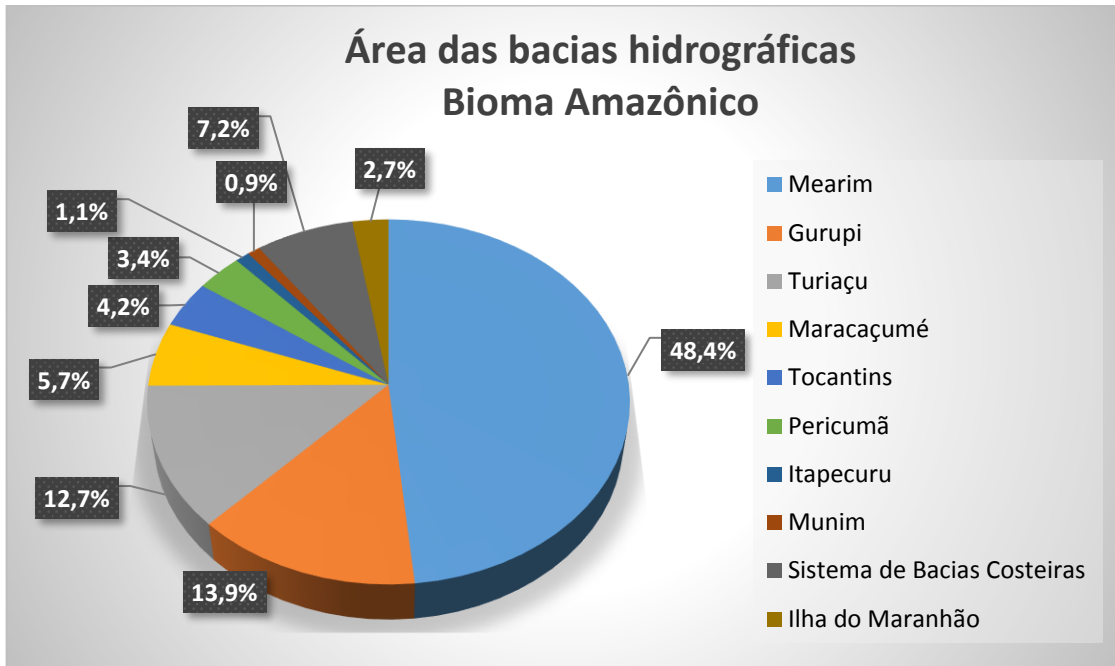
Figura 6 - Bacias hidrográficas do Bioma Amazônico



Fonte: Registros da Pesquisa (2018)

As bacias hidrográficas ocupam áreas heterogêneas no território do bioma (Gráfico 01). A bacia do rio do Mearim representa a bacia com maior área (48,4%), seguidas das bacias do rio Gurupi (13,9%) e Turiaçu (12,7%), totalizando 74,9% da área do bioma. As demais bacias representam 25,1% da área total, variando entre 0,9% e 7,2%. Algumas delas, possuem papel estratégico na produção de água da Amazônia Maranhense, pois, suas nascentes encontram-se geograficamente localizadas no bioma, como as bacias dos rios Mearim, Turiaçu, Pericumã, Maracaçumé, os sistemas de bacias costeiras e as bacias da Ilha do Maranhão. Por outro lado, as bacias dos rios Gurupi e médio Tocantins, adentram os limites de outros estados, distribuindo água para outros territórios.

Gráfico 1 - Área das bacias hidrográficas no Bioma Amazônico

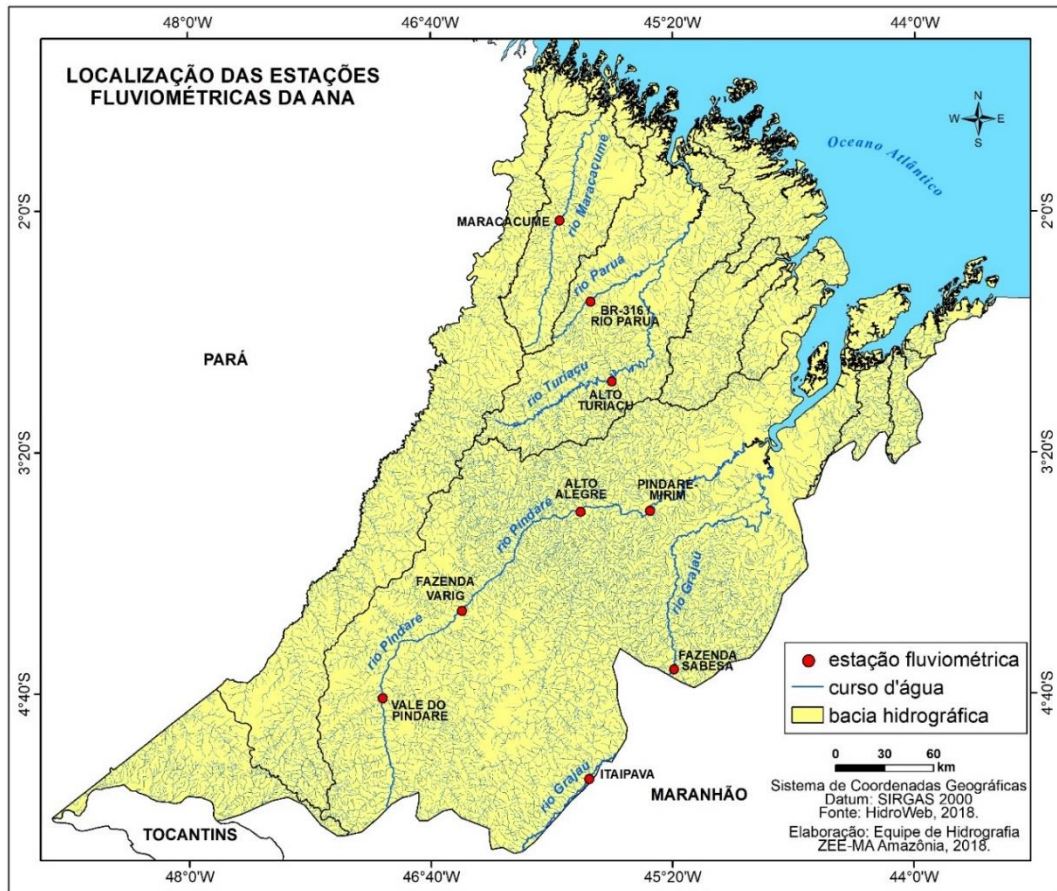


Fonte: Registros da Pesquisa (2018)

O monitoramento hidrológico dos recursos hídricos superficiais das bacias da Amazônia Maranhense é realizado pela Agência Nacional de Águas, que possui uma extensa rede de estações fluviométricas em todo o território nacional. As estações medem o nível da água, a velocidade e a vazão referente a uma seção do rio. As informações coletadas por meio dessa rede são disponibilizadas pelo portal *Hidroweb*, uma ferramenta do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH); e monitoradas pela ANA e pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM).

A distribuição geográfica das estações fluviométricas nas bacias hidrográficas da Amazônia Maranhense é heterogênea. Ao todo são nove estações nos rios principais (Figura 07), sendo que a bacia do rio Mearim apresenta a maior densidade (seis estações), seguida da bacia do rio Turiaçu (duas estações) e da bacia do rio Maracaçumé (uma estação). A média da extensão da série histórica de dados hidrológicos das estações fluviométricas tem representatividade variada para as bacias: 20,5 anos, para a bacia do rio Mearim; 37 anos para a bacia do rio Turiaçu e; 42 anos para a bacia do rio Maracaçumé.

Figura 7 - Estações fluviométricas dos rios principais da Amazônia Maranhense



Fonte: Registros da Pesquisa (2018) e Hidroweb-SNIRH (2018)

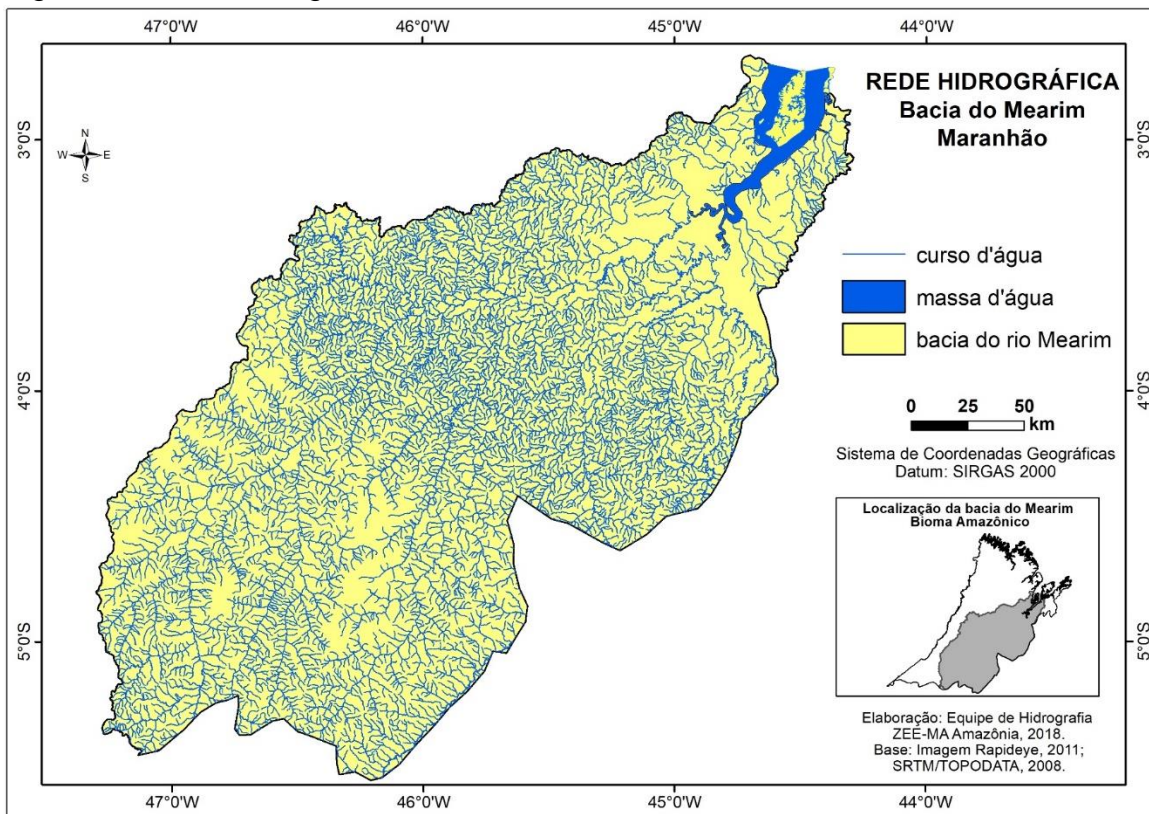
3.1. Bacia do rio Mearim

A bacia do rio Mearim representa a maior bacia do bioma Amazônico (Figura 08) com perímetro de 1.449,4km e área equivalente a 55.072,5 km², correspondendo a 48,4% do território do bioma. O rio Mearim nasce no centro-sul do Maranhão, no município de Formosa de Serra Negra, dentro do Bioma Cerrado, contudo, a maior parte do território da bacia encontra-se no Bioma Amazônico. O rio Mearim percorre cerca de 540km — com maior trecho inserido na Amazônia Maranhense — e deságua na Baía de São Marcos, próximo à ilha do Maranhão. Ao todo, a bacia possui 8.182 trechos de drenagem, totalizando 28.266,7 km de extensão de cursos de água.

Os dados morfométricos mostram que a bacia possui densidade de drenagem mediana (0,51km/km²), segundo classificação de Beltrame (1994), porém, uma das maiores do bioma, indicando maior tendência à erodibilidade do terreno. Com relação à densidade hidrográfica, a bacia apresenta 0,15 Nc/km² (número de trechos

de canais ou trechos de drenagem por área da bacia em km²), parâmetro cujo valor se aproxima das demais bacias. A altitude mínima corresponde à 0m e a altitude máxima à 465m. A altitude média é de 134,7m. No alto e médio curso do rio predominam as maiores altitudes, onde se destacam grandes chapadas, que são os divisores hidrográficos dos afluentes Zutiua e Pindaré e, pequenos platôs, na margem direita do rio.

Figura 8 - Rede hidrográfica da bacia do rio Mearim na escala 1:250.000



Fonte: Registros da Pesquisa (2018)

Os perfis longitudinais dos principais rios da bacia evidenciam a variação da profundidade do leito fluvial ao longo do seu percurso e o volume de relevo da bacia. No alto curso do rio Pindaré, principal afluente do rio Mearim que nasce num domínio de chapadas, a diferença altimétrica entre topo-leito fluvial atinge cerca de 210m, com rio principal na altitude de 135m. Embora a seção do rio esteja na cabeceira, observa-se evolução da drenagem, uma vez que o vale fluvial se apresenta aberto (1,8km de largura). Os dados hidrológicos dessa área mostram que a vazão no alto curso do rio Pindaré aumentou nas últimas décadas, atingindo em 2014, cerca de 38m³/s.

No médio curso, a diferença topo-leito assemelha-se à do alto curso, mostrando que o vale fluvial mantém as características e poder erosivo no processo de dissecação da superfície. Contudo, os afluentes apresentam vales encaixados, com vertentes simétricas, formando vales em V que se difere do alto curso, onde se observa um grau de preservação dos topos planos, capeados por couraças lateríticas que desaceleram o processo de entalhamento da drenagem. O rio Pindaré encontra-se na altitude de 55m em relação ao nível do mar e com desnível em relação à seção do alto curso de 80m.

No baixo curso a diferença altimétrica entre topo-leito fluvial é de 20m, com predominância de relevo plano. Neste trecho, distingue-se o sistema flúvio-lacustre da planície de inundação do rio Mearim, com vale fluvial de 5km de largura.

Na parte sudoeste do alto curso da bacia, nas cabeceiras dos rios Buriticupu e Zutiua, os perfis longitudinais ressaltam a presença de vales encaixados, porém, em área com maior volume de relevo da bacia. Observa-se que os vales são em forma de V, com largura estreita e vertentes quase verticais, embora também no alto curso, o vale do rio principal já se apresenta mais aberto com menor grau de entalhe dos afluentes. Essas características do padrão dos canais mostram que, provavelmente, os rios da porção sudoeste, apresentam maior vigor erosivo.

A média de declividade da bacia é de 4,8%, sendo que a declividade máxima atinge 49,3%. O relevo da bacia classifica-se principalmente como plano a suave ondulado. Destaca-se no baixo curso, o relevo plano (0-3%), enquanto no médio curso, à margem direita, concentra-se a maior declividade da bacia (acima de 20%). Nesta área, destaca-se a litologia mais preservada das coberturas laterítico-ferruginosas da Província Bauxitífera de Paragominas, responsável pela manutenção de pequenos platôs, onde se associam as maiores declividades da bacia.

A partir do índice de rugosidade, distinguiu-se três grandes unidades morfométricas. O primeiro compartimento corresponde às áreas próximas ao leito principal do rio Mearim no baixo curso da bacia, onde predomina o relevo plano e menos rugoso do sistema lacustre. O segundo compartimento corresponde à parte do médio curso do rio que apresenta as áreas com maior rugosidade coincidentes com as escarpas das chapadas e platôs. Nesta unidade, a diferença altimétrica é maior em relação ao baixo curso. A terceira unidade corresponde ao alto e parte do médio curso do Mearim, onde se concentram as maiores diferenças altimétricas e, portanto, maior

rugosidade do terreno. Estas características evidenciam o poder erosivo dos rios no alto e médio curso da bacia. A análise conjunta dos parâmetros declividade e índice de rugosidade apontam para o médio curso, em especial a margem direita do rio Pindaré, como área com maior potencial à erosão.

Com relação aos dados hidrológicos, no alto curso do rio Mearim, a vazão média em dez anos é de $28,8\text{m}^3/\text{s}$. Os dados hidrológicos, mostram que neste período, a vazão do rio diminuiu de $32\text{m}^3/\text{s}$ para $26\text{m}^3/\text{s}$, com decréscimo de $6\text{m}^3/\text{s}$, no alto curso. Contudo, na estação do rio Pindaré seu principal afluente, a vazão média em trinta e cinco anos é de $22,6\text{m}^3/\text{s}$. Os dados mostram que neste período a vazão aumentou cerca de $27\text{m}^3/\text{s}$, o que provavelmente pode ser explicado pela presença de extensas áreas de floresta protegida que correspondem aos territórios indígenas. Observa-se que mesmo com a presença de áreas agrícolas no alto curso da bacia do rio Pindaré, essas intervenções antrópicas de certa forma ainda não provocaram mudanças significativas na vazão do rio neste trecho da bacia.

No médio curso da bacia do Mearim, verifica-se que as vazões médias anuais são maiores, porém com decréscimo nos rios Grajaú e Pindaré. Na estação do médio curso do rio Grajaú, tem-se uma vazão média de $41,6\text{m}^3/\text{s}$, porém um decréscimo de $14\text{m}^3/\text{s}$, em quinze anos. Na estação do rio Pindaré, que dista 82km da estação do alto curso, onde observou-se o aumento de vazão, tem-se a vazão média de $46,4\text{m}^3/\text{s}$. Na transição do médio para o baixo curso do rio Mearim, os dados monitorados na estação Alto Alegre, mostram que a vazão média em dez anos foi de $117,9\text{m}^3/\text{s}$, porém, com decréscimo de $19\text{m}^3/\text{s}$. Mesmo com maior área drenada e, portanto, maior vazão em relação aos dados das demais estações do alto e médio, observa-se que provavelmente as intervenções antrópicas, como desmatamento e incremento de áreas agrícolas na bacia, tem provocado alterações na dinâmica fluvial.

No baixo curso, a vazão média atinge, em quarenta e cinco anos, $201,3\text{m}^3/\text{s}$, mantendo-se relativamente semelhante neste período. Destaca-se que essa área da bacia corresponde à planície flúvio-lacustre do rio, com agrupamento de lagoas, que correspondem a meandros abandonados do rio, e ampla área sujeita a inundação. A demanda consuntiva hídrica da bacia do rio Mearim concentra-se principalmente no consumo urbano (34%), seguida da demanda para consumo animal (29%) e para irrigação (24%).

3.2. Bacia do rio Gurupi

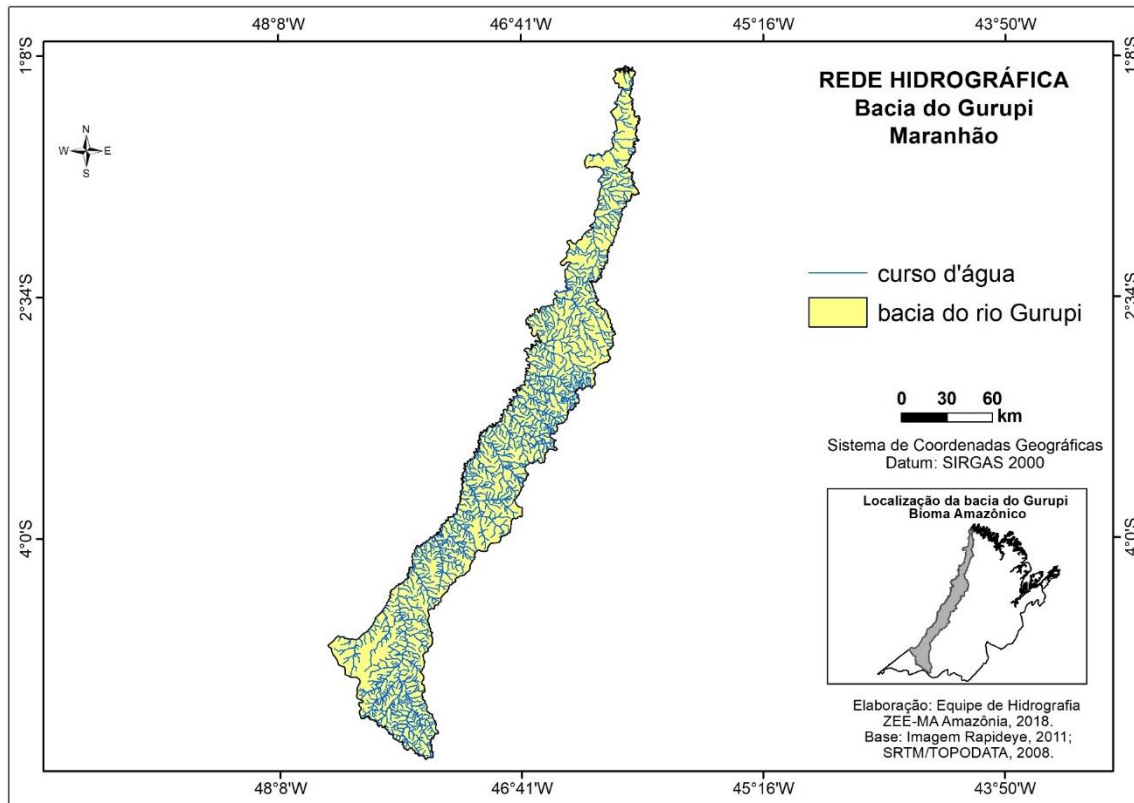
A bacia do rio Gurupi representa a segunda maior bacia do bioma Amazônico (Figura 09) com perímetro de 1.660,4km e área equivalente a 15.761,7 km², correspondendo a 13,9% do território do bioma. Ao todo, a bacia possui 1.846 trechos de drenagem, totalizando 7.019,9 km de extensão de cursos de água. A bacia estende-se da porção nordeste a sudoeste, configurando-se de forma alongada e estreita, com cabeceiras nos municípios maranhenses de São Francisco do Brejão e Açailândia. A bacia do Gurupi é uma das bacias federais que fazem parte do bioma, sendo que a área que corresponde à margem direita do rio principal, faz parte do território maranhense, enquanto a margem esquerda insere-se no estado do Pará.

Os dados morfométricos mostram que a bacia possui densidade de drenagem baixa (0,45km/km²) e frequência de canais de 0,12 Nc/km². A altitude mínima corresponde à 0m e a altitude máxima à 455m. A altitude média é de 156,1m. No alto curso do rio predominam as maiores altitudes, onde se destacam grandes chapadas, que são os divisores hidrográficos dos afluentes do rio Açailândia.

O perfil longitudinal de uma seção do alto curso, na sub-bacia do rio Açailândia, evidencia o relevo de chapadas (350m) do alto curso, com predominância de vales em forma de V, com menor grau de entalhe em relação aos afluentes da bacia do rio Mearim. A diferença altimétrica entre topo-leito fluvial, atinge cerca de 200m, com rio principal na altitude de 145m.

A declividade média da bacia do Gurupi é de 3,4%, sendo que a declividade máxima atinge 42,1%. O relevo da bacia classifica-se principalmente como plano a suave ondulado (73,9%). Na bacia, distingue-se três grandes unidades morfométricas, com rugosidade diferenciada.

Figura 9 - Rede hidrográfica da bacia do rio Gurupi na escala 1:250.000



Fonte: Registros da Pesquisa (2018)

O primeiro compartimento corresponde às áreas próximas à foz do rio Gurupi, no baixo curso da bacia, onde predomina o relevo plano e menos rugoso. O segundo compartimento corresponde à parte do médio curso do rio, que apresenta trechos com rugosidade maior, alternados com áreas baixas, menos rugosas. A terceira unidade morfométrica corresponde ao alto curso, com rugosidade maior, destacando os platôs da margem esquerda da bacia do rio Açailândia.

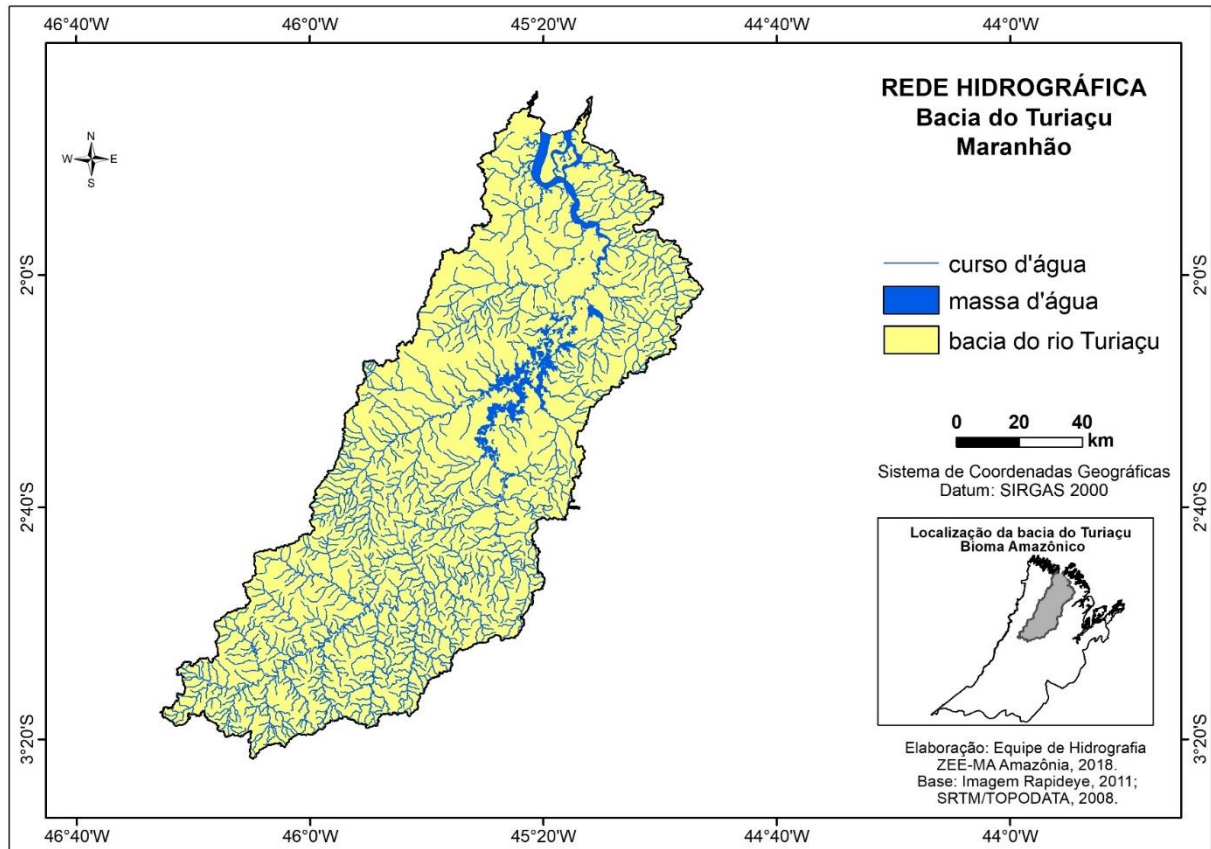
A demanda consuntiva hídrica da bacia do rio Gurupi, concentra-se principalmente no consumo urbano (34%), seguida da demanda para consumo animal (27%) e irrigação (19%).

3.3 Bacia do rio Turiaçu

A bacia do rio Turiaçu representa a terceira maior bacia do bioma Amazônico (Figura 10) com perímetro de 938,8km e área equivalente a 14.394km², correspondendo a 12,7% do território do bioma. O rio Turiaçu nasce no município de Nova Olinda do Maranhão e percorre cerca de 230 km até desaguar na baía Turiaçu.

Ao todo, a bacia possui 1.824 trechos de drenagem, totalizando 6.736,5 km de extensão de cursos de água. Destaca-se no médio curso da bacia uma grande massa d'água, constituída de um sistema de vários lagos – como os lagos da Capivara, Seis Horas, Bota, Cabeludo, Joaquim Manoel – demarcando grande zona inundável.

Figura 10 - Rede hidrográfica da bacia do rio Turiaçu na escala 1:250.000



Fonte: Registros da Pesquisa (2018)

Os dados morfométricos mostram que a bacia possui densidade de drenagem baixa ($0,47\text{km}/\text{km}^2$) e frequência de canais de $0,13\text{ Nc}/\text{km}^2$. Os dados altimétricos da bacia do rio Turiaçu, mostram que altitude máxima é de 308m. A altitude média é de 42,3m. No alto curso do rio predominam as maiores altitudes, que corresponde às escarpas de parte do divisor hidrográfico que bordejia as cabeceiras.

Os perfis longitudinais do alto e médio curso da bacia médio evidenciam o relevo suave da bacia, com vales pouco encaixados. No alto curso do rio Turiaçu, tem-se a diferença altimétrica entre topo-leito fluvial de 50m, e rio principal na altitude de 50m. Embora a seção localize-se na cabeceira, observa-se evolução da drenagem, uma vez que o vale fluvial se apresenta aberto (500m de largura). No médio curso, a

diferença topo-leito é de 35m, com gradiente baixo de inclinação do canal (15m) em relação ao alto curso. Embora, o relevo no alto e no médio curso apresenta-se suave ondulado, observa-se no médio curso que já existe grande perda de volume de relevo, em virtude das baixas cotas altimétricas e da configuração morfométrica.

A declividade média da bacia é de 2,1% e máxima de 41,6%. O relevo da bacia é predominantemente plano a suave ondulado (89,2%), sendo que a declividade mais acentuada, encontra-se no alto curso, nas escarpas da margem esquerda do rio Turiaçu. O índice de rugosidade evidencia duas unidades morfométricas. Essas unidades correspondem à divisão da bacia em duas metades. A porção superior, que agrega o alto e parte do médio curso, apresenta rugosidade maior em relação à metade da bacia, que abrange parte do médio e o baixo curso. Essa diferença evidencia-se em virtude da extensa planície de inundação que se forma no baixo curso, com expressiva variação sazonal.

As vazões médias da bacia do rio Turiaçu são mensuradas em dois pontos: no alto curso do rio Turiaçu e, no médio curso, na bacia do rio Paruá. A estação do alto curso, apresenta vazão média, em quarenta e três anos, de 84,7m³/s. Os dados hidrológicos desta estação, mostram que neste período, a vazão do rio diminuiu 11 m³/s. No médio curso do rio, na estação do rio Paruá, a vazão média em trinta e três anos é de 19,1m³/s, com declínio de cerca de 6m³/s neste período. Portanto, observa-se que a maior parte das estações de monitoramento do bioma indicam diminuição da vazão dos rios.

A demanda consuntiva hídrica da bacia do rio Turiaçu, concentra-se principalmente no uso destinado à irrigação (38%), seguida da demanda para consumo urbano (30%) e animal (19%).

3.4 Bacia do rio Maracaçumé

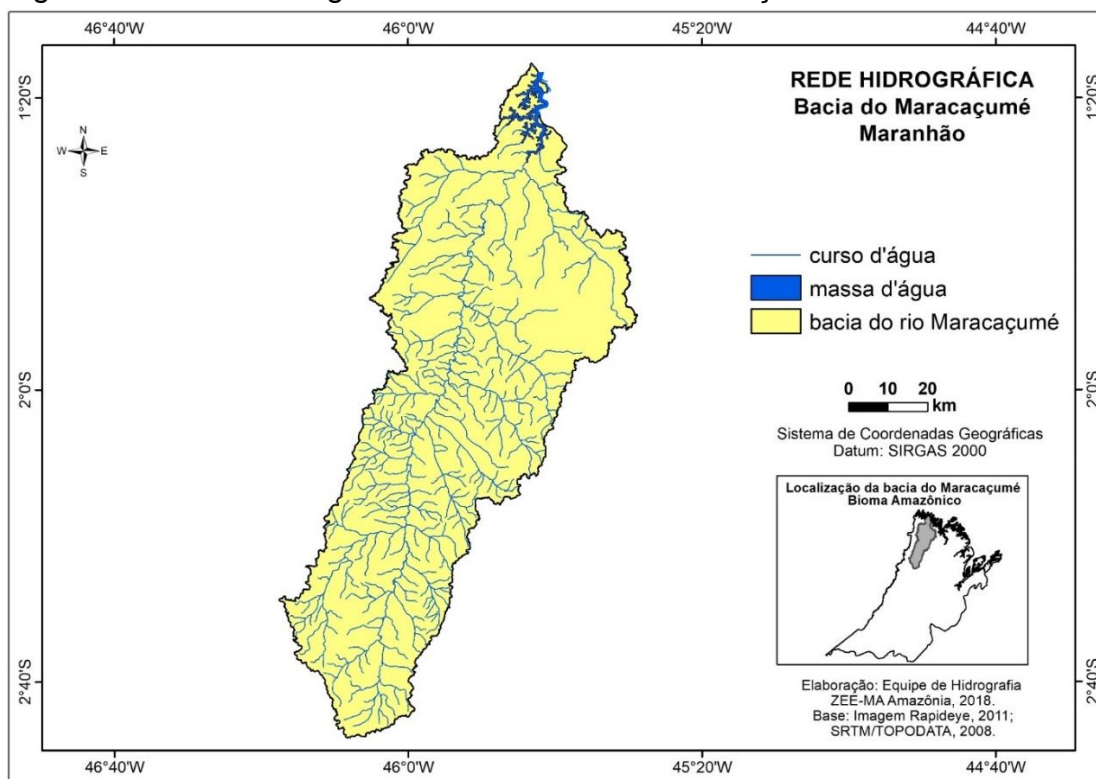
A bacia do rio Maracaçumé representa a quarta maior bacia do bioma Amazônico (Figura 11) com perímetro de 630,2 km e área equivalente a 6.448,7 km², correspondendo a 5,7% do território do bioma. O rio Maracaçumé nasce nos municípios de Centro Novo do Maranhão e Nova Olinda do Maranhão Negra, e a bacia tem seu território totalmente inserido no bioma Amazônico. O rio Maracaçumé percorre cerca de 159km e deságua próximo à ilha do Trabalho. Ao todo, a bacia

possui 583 trechos de drenagem, totalizando 2.340,4 km de extensão de cursos de água.

Os dados morfométricos mostram que a bacia possui densidade de drenagem baixa ($0,36\text{km}/\text{km}^2$) e frequência de canais de $0,09\text{Nc}/\text{km}^2$. Observa-se que o baixo curso do rio apresenta vazios hidrográficos, em especial na margem direita do rio principal. Os dados altimétricos da bacia do rio Maracaçumé, mostram que altitude máxima é de 183m e a altitude média de 56m. No alto curso do rio predomina as maiores altitudes, que corresponde aos morros residuais.

O perfil longitudinal do alto curso do rio Maracaçumé mostra a diferença altimétrica entre topo-leito fluvial de 90m, e a altitude do rio principal de 60m. Embora a seção localize-se na cabeceira, observa-se evolução da drenagem, uma vez que o vale fluvial do rio se apresenta aberto, enquanto os pequenos vales de afluentes próximos estão em processo de entalhe. No médio/baixo curso, a diferença topo-leito é de 40m, com gradiente de inclinação do canal 50m em relação ao alto curso. Embora, o relevo nas duas porções se apresenta suave ondulado, no alto curso já existe grande perda de volume de relevo em virtude da configuração morfométrica.

Figura 11 - Rede hidrográfica da bacia do rio Maracaçumé na escala 1:250.000.



Fonte: Registros da Pesquisa (2018)

A declividade média da bacia é de 2%, e máxima de 27,8%. O relevo classifica-se predominantemente como plano e suave ondulado (87,7%). O índice de rugosidade da bacia mostra diferenciação morfométrica entre parte do alto curso, onde predominam os morros residuais, em relação ao médio curso e baixo curso. Observa-se que uma faixa larga no entorno do rio principal delimita uma área de baixa rugosidade. Essa faixa se destaca, pois compreende o vale fluvial aberto e de fundo plano do rio Maracaçumé.

Os dados hidrológicos são monitorados apenas no médio curso do rio Maracaçumé. A média da vazão neste trecho, em quarenta e dois anos de monitoramento, é de 59,5m³/s. Verifica-se que a vazão diminuiu cerca de 14m³/s no período, seguindo a tendência dos demais rios monitorados no bioma.

A demanda consuntiva hídrica da bacia do rio Maracaçumé distribui-se principalmente entre o consumo urbano (36%), irrigação (32%) e animal (22%).

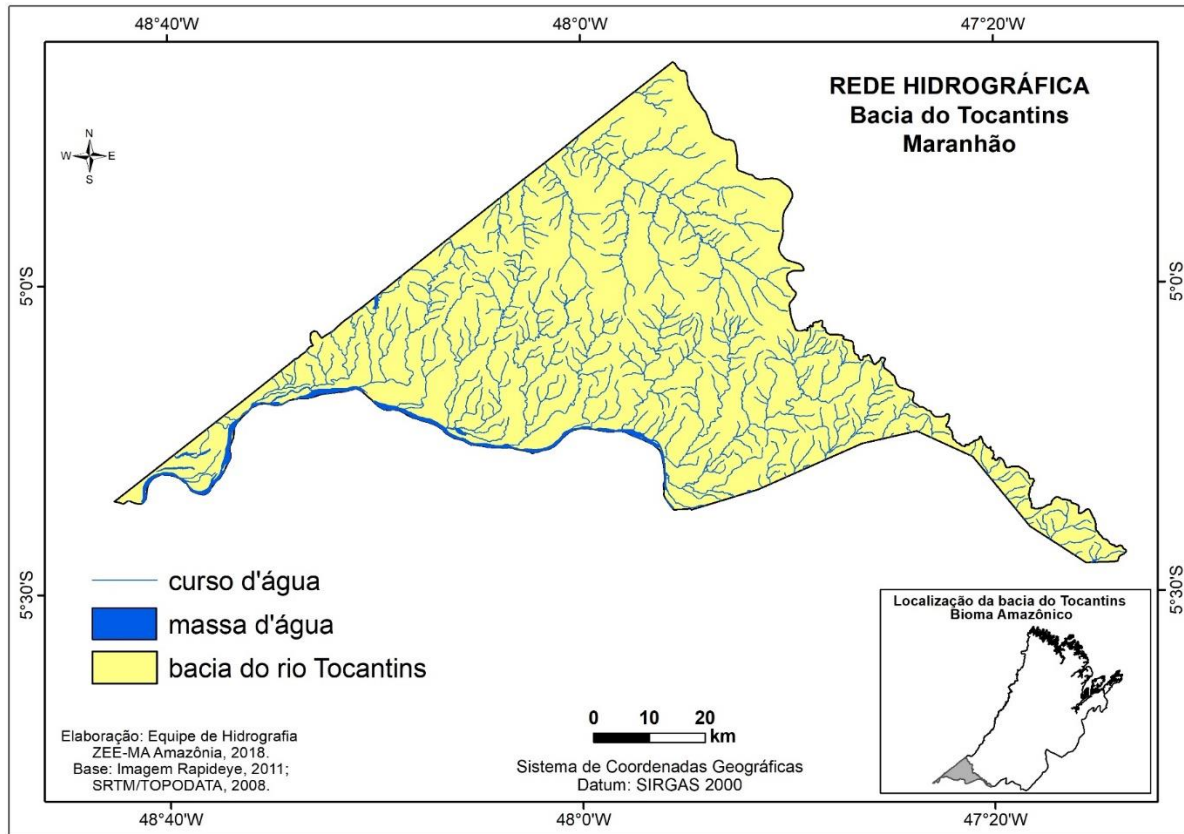
3.5 Bacia do rio Tocantins

A bacia do médio rio Tocantins situa-se no extremo oeste, com perímetro de 521,3km e área equivalente a 4.744,4 km², correspondendo a 4,2% do território do bioma (Figura 12). Ao todo, a bacia possui 667 trechos de drenagem, totalizando 2.353,4 km de extensão de cursos de água.

A bacia possui densidade de drenagem baixa (0,50km/km²) e frequência de canais de 0,14 Nc/km². A altitude mínima corresponde à 67m e, a altitude máxima à 454m, com amplitude altimétrica de 387m. A altitude média é de 227m. As maiores altitudes predominam na porção nordeste da bacia, na sub-bacia do Córrego das Pebas, onde se destacam grandes chapadas.

O perfil longitudinal da porção mais baixa, que corresponde às proximidades do vale do rio Tocantins, mostra a diferença altimétrica entre topo-leito fluvial do córrego Pebas atinge cerca de 150m, com vales encaixados nas cabeceiras (350 a 200m). A declividade média da bacia é de 3,7%. O relevo da bacia classifica-se principalmente como plano a moderadamente ondulado. Destaca-se maior declividade (acima de 21%) apenas nas escarpas das chapadas da bacia do córrego Pebas, à nordeste, sustentadas pelas coberturas laterítico-ferruginosas. Contudo, predomina na bacia, menor declividade (0 e 8%).

Figura 12 - Rede hidrográfica da bacia do rio Tocantins na escala 1:250.000



Fonte: Registros da Pesquisa (2018)

O índice de rugosidade da bacia do rio Tocantins destaca três grandes unidades morfométricas. O primeiro compartimento corresponde às áreas próximas ao leito principal do rio Tocantins, onde predomina o relevo plano e menos rugoso. O segundo compartimento corresponde à parte média das bacias dos afluentes diretos, que apresentam as áreas com maior rugosidade em relação à planície aluvial. O terceiro compartimento corresponde à bacia do córrego Pebas, onde se concentram as maiores diferenças altimétricas e, portanto, maior rugosidade do terreno.

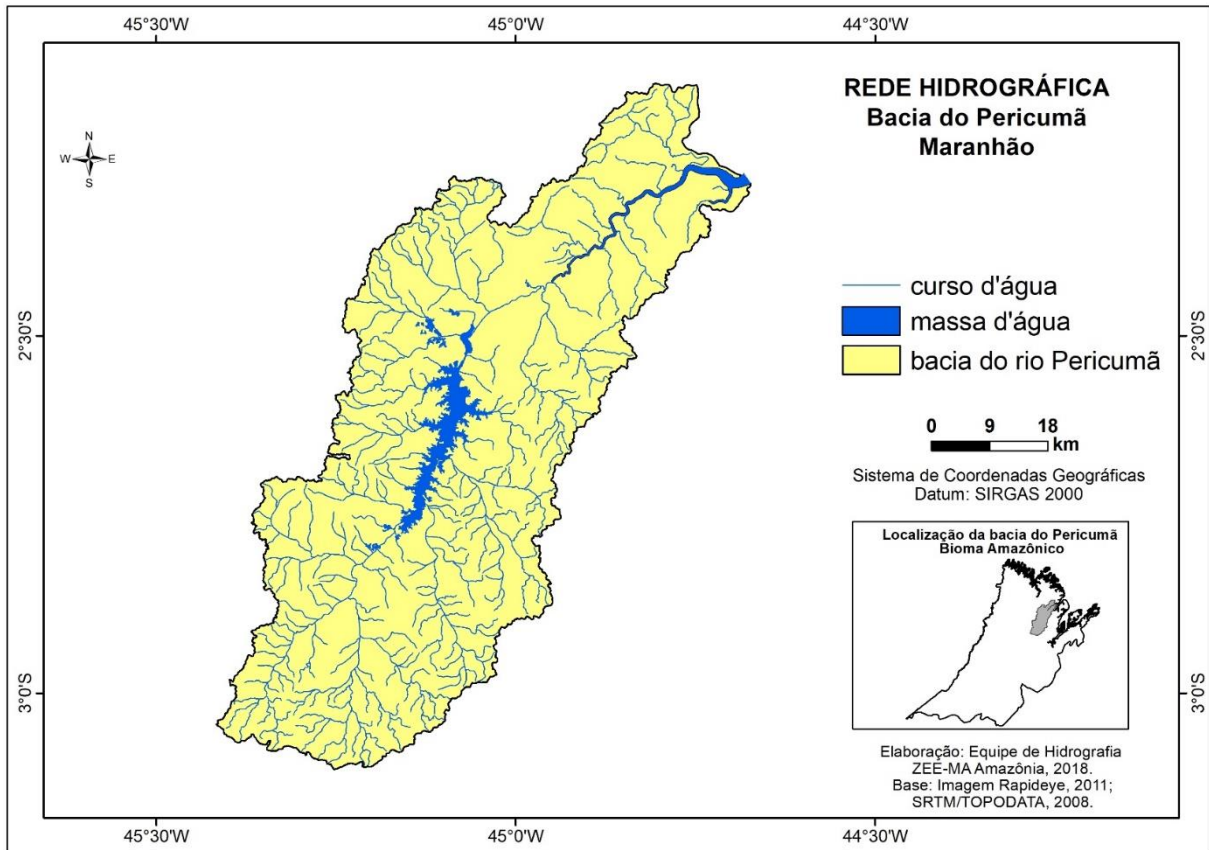
A demanda consuntiva hídrica da bacia do rio Tocantins, concentra-se principalmente no uso destinado à irrigação (89%) em detrimento às demais demandas.

3.6 Bacia do rio Pericumã

A bacia do rio Pericumã tem perímetro de 437,3km e área equivalente a 3.850,8 km², correspondendo a 3,4% do território do bioma (Figura 13). Ao todo, a

bacia possui 514 trechos de drenagem, totalizando 1.871,3 km de extensão de cursos de água. A bacia do rio Pericumã e as bacias do rio Maracaçumé e Turiaçu são as únicas integralmente pertencentes ao território do Bioma Amazônico. O rio Pericumã nasce na lagoa da Traíra, em Pedro Rosário, e deságua na baía de Cumã.

Figura 13 - Rede hidrográfica da bacia do rio Pericumã na escala 1:250.000



Fonte: Registros da Pesquisa (2018)

A bacia possui densidade de drenagem baixa ($0,49\text{km}/\text{km}^2$) e frequência de canais de $0,13\text{ Nc}/\text{km}^2$. A bacia possui altitude máxima é de 170m e altitude média de 26,3m. Nesta bacia, são raros os morros residuais, remanescentes das chapadas do Maranhão. O perfil longitudinal mostra que o rio Maracaçumé apresenta vale largo e amplo no alto curso, assim como os rios Maracaçumé e Turiaçu. Essa configuração do vale fluvial indica uma evolução da drenagem desses rios indicando que no passado houve intenso transporte de sedimentos das bacias e que atualmente o rio busca seu “equilíbrio”.

Os dados de declividade ressaltam a suavidade do relevo da bacia. A declividade média é de 1,9% e a máxima de 29,6%. O índice de rugosidade da bacia

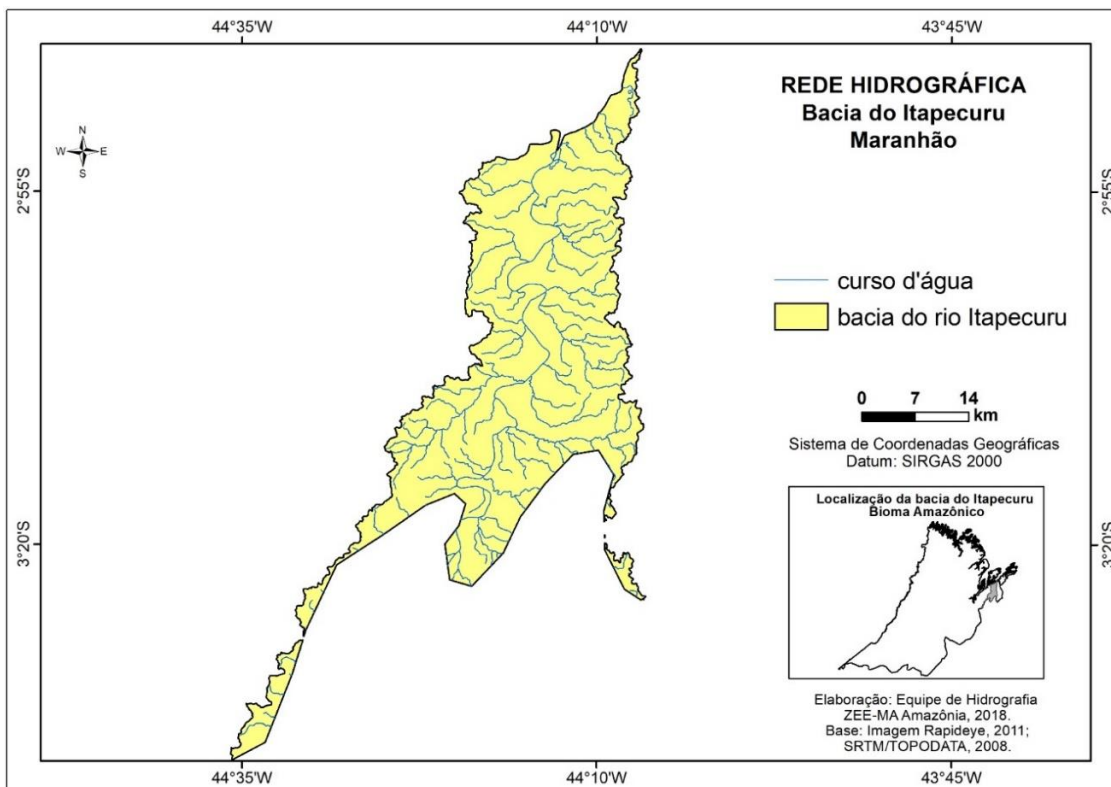
distingue duas unidades bem individualizadas: a unidade do relevo plano a suave ondulado e, a unidade que envolve o rio principal e toda a área alagável.

A demanda consuntiva hídrica da bacia do rio Pericumã concentra-se principalmente no uso destinado à irrigação (42%), seguida da demanda de consumo urbano (28%).

3.7 Bacia do rio Itapecuru

A bacia do rio Itapecuru tem perímetro de 380,8km e área equivalente a 1.210,8 km², correspondendo a 1,1% do território do bioma (Figura 14). A bacia do rio Itapecuru encontra-se parcialmente inserida no Bioma Amazônico, sendo que a área corresponde principalmente ao baixo curso da bacia, interposto entre as bacias do rio Mearim e Munim. Ao todo, a bacia possui 198 trechos de drenagem, totalizando 701km de extensão de cursos de água. O rio Itapecuru nasce no Bioma Cerrado, próximo à Serra do Itapecuru, no centro-sul maranhense, e adentra a Amazônia maranhense apenas no seu terço inferior.

Figura 14 - Rede hidrográfica da bacia do rio Itapecuru na escala 1:250.000.



Fonte: Registros da Pesquisa (2018)

Os dados morfométricos mostram que a bacia possui densidade de drenagem mediana ($0,58\text{km}/\text{km}^2$), a maior do bioma, e a frequência de canais é de $0,16\text{ Nc}/\text{km}^2$. A altitude máxima atinge 111m e, a altitude média, 30,5m. Observa-se que, na margem direita, despontam remanescentes dos tabuleiros sub-litorâneos mais elevados, predominando na bacia a extensa área espreada da planície aluvial. O perfil longitudinal mostra que diferença altimétrica entre topo-leito fluvial atinge 45 m com destaque para o vale fluvial aberto e amplo, que possui cerca de 4km de largura, como evidência de evolução da rede de drenagem.

A declividade média (1,6%) mostra como as vertentes desses tabuleiros são suaves. A declividade máxima (20,8%) destaca o relevo praticamente plano a suave ondulado do baixo curso do rio. O índice de rugosidade médio ressalta a diferença da área plana dos vales fluviais e a zona mais rugosa, correspondente aos tabuleiros sub-litorâneos.

A demanda consuntiva hídrica da bacia do rio Itapecuru, concentra-se principalmente no uso destinado à indústria (64%), seguida da demanda para consumo destinado à irrigação (24%).

3.8 Bacia do rio Munim

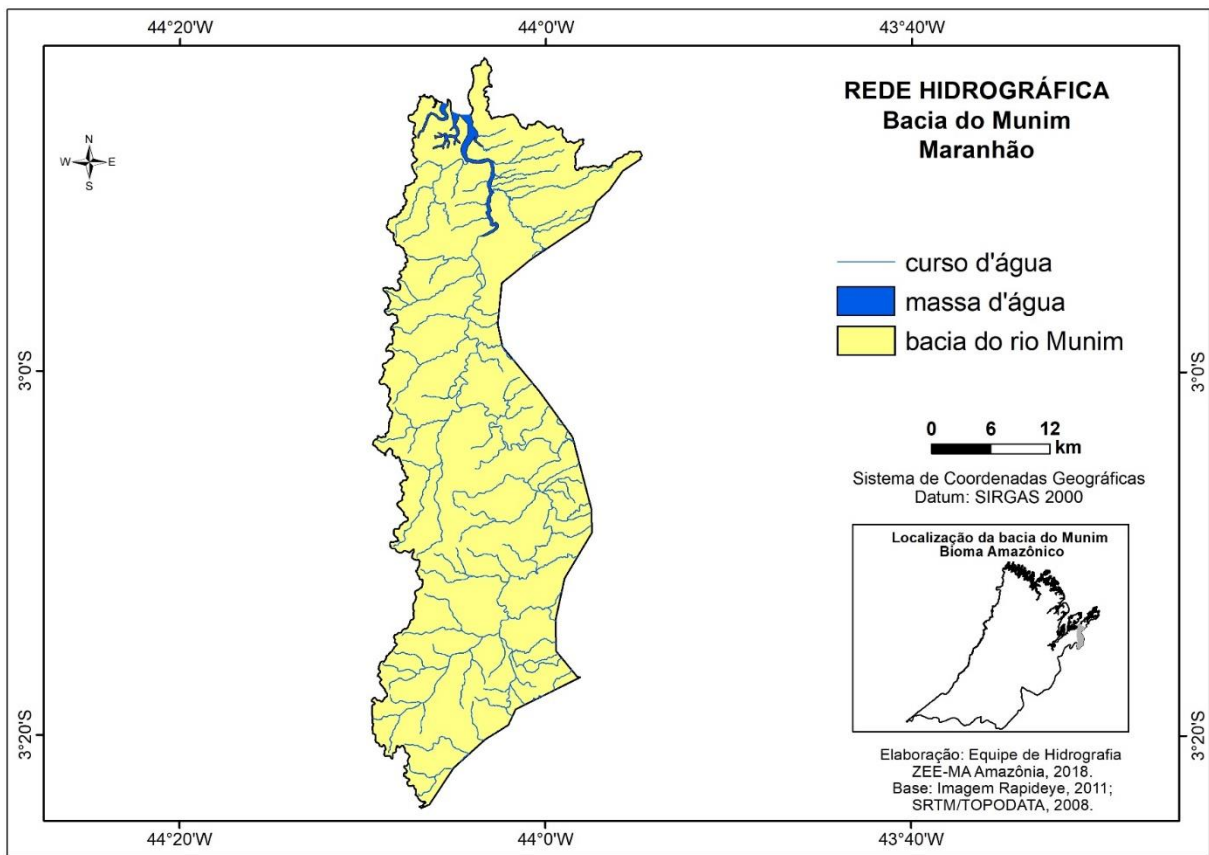
A bacia do rio Munim tem perímetro de 246,7km e área equivalente a $1.060,7\text{ km}^2$, correspondendo a 0,9% do território do bioma (Figura 15). A bacia do rio Munim encontra-se parcialmente inserida no Bioma Amazônico, sendo que a área corresponde à parte do baixo curso da bacia, interposto entre as bacias do rio Itapecuru e Periá. Ao todo, a bacia possui 177 trechos de drenagem, totalizando 612,3 km de extensão de cursos de água.

Os dados morfométricos mostram que a bacia possui densidade de drenagem mediana ($0,58\text{km}/\text{km}^2$), uma das maiores do bioma, e a frequência de canais é de $0,17\text{ Nc}/\text{km}^2$. A altitude máxima atinge 101m e, a altitude média, 38,6m. A margem esquerda apresenta maior volume de relevo onde despontam os tabuleiros sub-litorâneos. Destaca-se na bacia, a extensa área espreada da planície aluvial. A diferença altimétrica entre topo-leito fluvial atinge 67 m. Destaca-se o vale fluvial aberto em “U” e amplo que possui cerca de 2km de largura, como evidência de evolução da rede de drenagem.

A declividade média é de 2,5% e a máxima de 22,2%, destacando as vertentes suaves e o relevo praticamente plano a suave ondulado do baixo curso do rio. O índice de rugosidade ressalta a diferença da área plana do vale fluvial do rio principal em relação à zona mais rugosa, correspondente aos tabuleiros sublitorâneos.

A demanda consuntiva hídrica da bacia do rio Munim, concentra-se principalmente no uso destinado à irrigação e ao meio rural (57% e 14%), seguida da demanda para consumo urbano (26%).

Figura 15 - Rede hidrográfica da bacia do rio Munim na escala 1:250.000



Fonte: Registros da Pesquisa (2018)

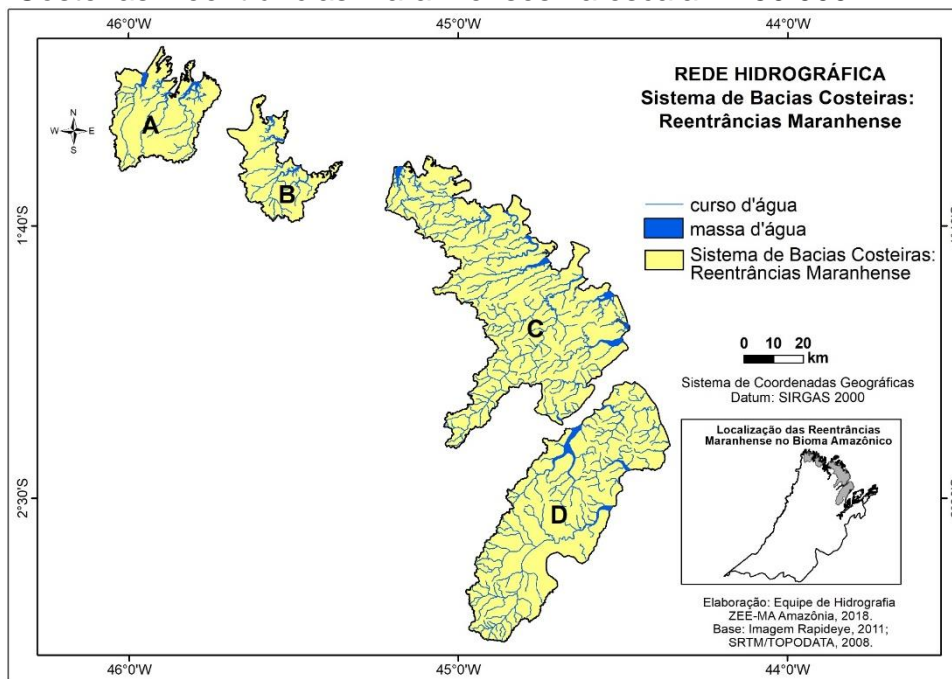
3.9 Sistemas de Bacias Costeiras

Os sistemas de bacias costeiras representam 7,2 % do bioma, compreendendo área territorial de 8.217,1km² (Figuras 16 e 17). A partir das características da zona costeira maranhense foram individualizados dois sistemas: (i) o Sistema de Bacias Costeiras das Reentrâncias Maranhenses (A, B, C e D), um

sistema estuarino recortado por profundas reentrâncias e; o Sistema de Bacias Costeiras do Golfão Maranhense (A e B), um complexo estuarino onde deságuam os rios Mearim, Itapecuru e Munim. Os sistemas de bacias do Golfão Maranhense deságuam em três grandes baías: do Arraial São José e do Tubarão. As principais baías do sistema de bacias das Reentrâncias Maranhenses são do Tromaí, Mutuca, Capim, Caçacueira, Mangunça, Cumã e São Marcos.

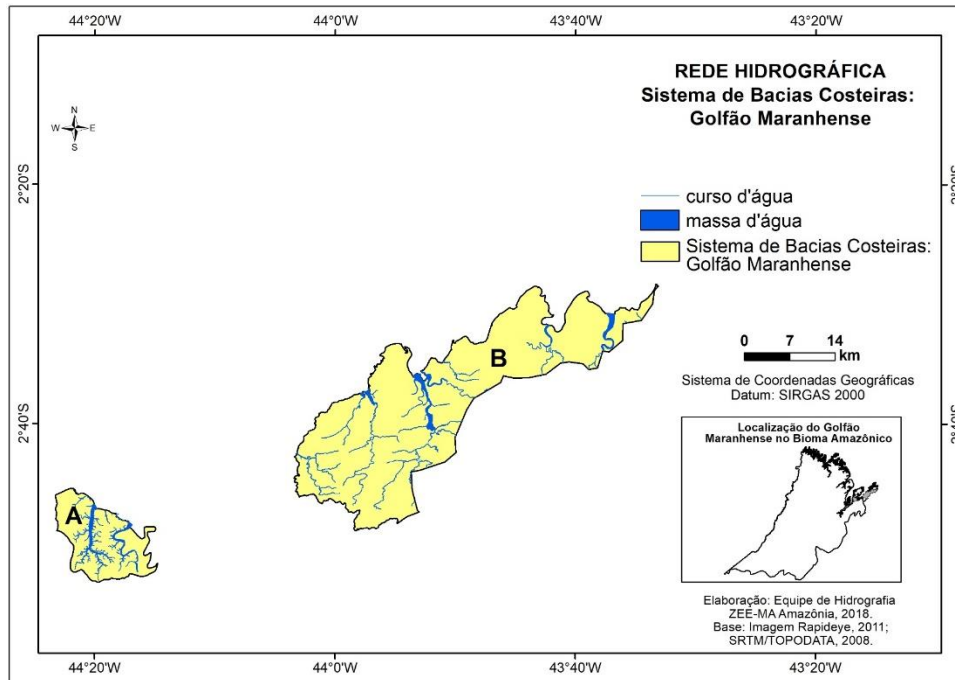
Em geral, os sistemas de bacias costeiras têm perímetro inferior em relação às demais bacias do bioma (63,9 a 566,4km) e ocupam área que varia de 132km² a 3.342km². Os dados altimétricos mostram que os sistemas de bacias costeiras apresentam relevo suave, sendo que a altitude média alcança 21,5m. A atitude máxima (148m) é registrada nas cabeceiras do sistema de bacia costeira das Reentrâncias Maranhenses C.

Figura 16 - Rede hidrográfica da bacia do Sistemas de Bacias Costeiras-Reentrâncias Maranhenses na escala 1:250.000



Fonte: Registros da Pesquisa (2018)

Figura 17: Rede hidrográfica da bacia do Sistemas de Bacias Costeiras-Golfão Maranhense na escala 1:250.000



Fonte: Registros da Pesquisa (2018)

Os dados morfométricos mostram que a densidade de drenagem dos sistemas é baixa (0,13 a 0,35 km/km²), com frequência de canais que varia entre 0,03 a 0,09 Nc/km². A declividade média é de 1,8% e a máxima de 35,8%, destacando as vertentes suaves e o relevo praticamente plano dos sistemas costeiros, e baixo potencial energético, considerando que a frequência de declividade se concentra na classe de 0 a 8%. O índice de rugosidade ressalta a diferença entre as áreas planas e alagadiças, do vale fluvial dos rios principais, em relação a uma zona mais rugosa, dos tabuleiros costeiros.

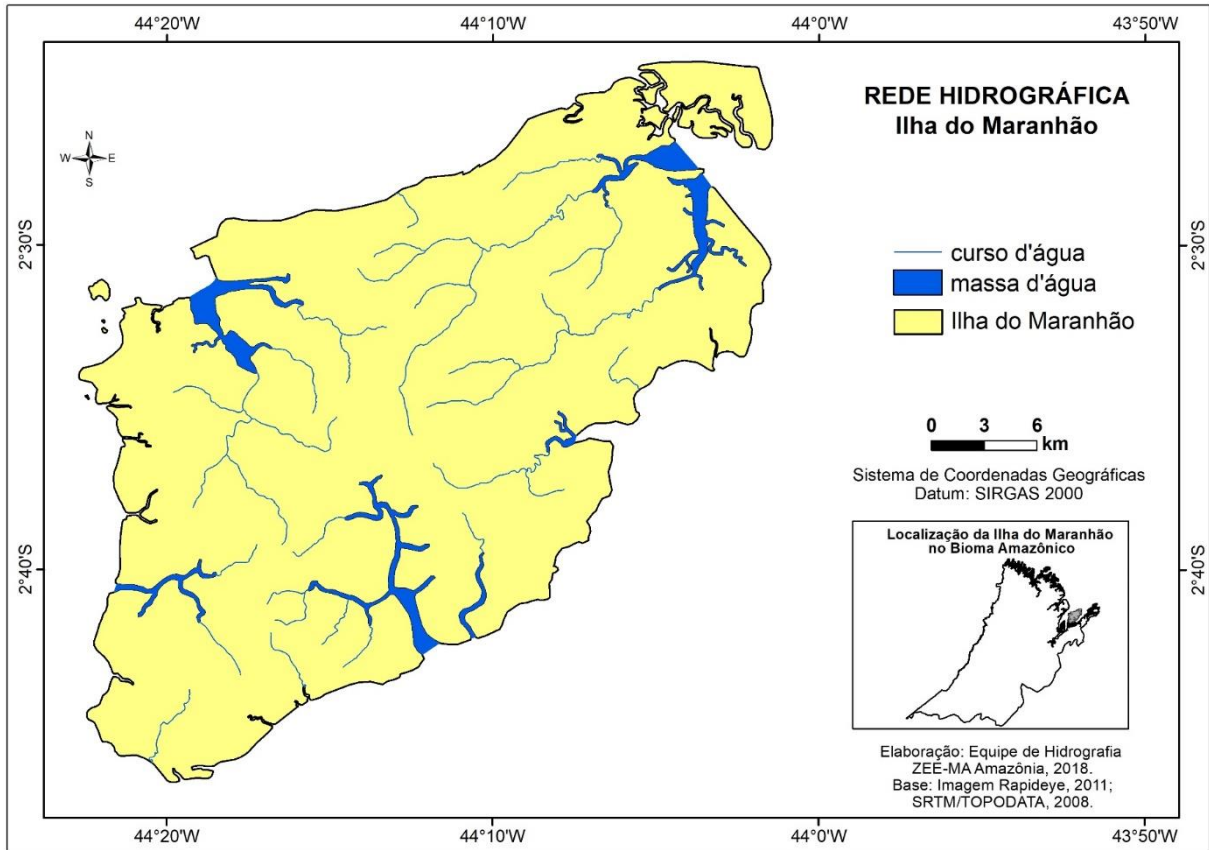
A demanda consuntiva hídrica dos sistemas costeiros, concentra-se principalmente no uso destinado à irrigação e ao meio rural (56% e 18%), no Golfão Maranhense, enquanto que, nas Reentrâncias Maranhenses, destina-se principalmente ao consumo urbano (45%), à irrigação e ao meio rural.

3.10 Ilha do Maranhão

A ilha do Maranhão integra o Bioma Amazônico, com perímetro de 167,8km e área equivalente a 875,9 km², correspondendo a 2,7% do território do bioma (Figura

18). Ao todo, a bacia possui 43 trechos de drenagem, totalizando 183,5 km de extensão de cursos de água.

Figura 18 - Rede hidrográfica da Ilha do Maranhão na escala 1:250.000



Fonte: Registros da Pesquisa (2018)

Os dados morfométricos mostram que a ilha possui densidade de drenagem baixa ($0,21\text{km}/\text{km}^2$) e frequência de canais de $0,05\text{ Nc}/\text{km}^2$. A altitude máxima corresponde a 66m e a altitude média à 23,6m. As maiores altitudes predominam na porção central da ilha, próximo às cabeceiras dos rios Anil e Tibiri. Na bacia, destacam-se os tabuleiros e os vales fluviais dos rios Santo Antônio e Paciência cujos leitos encontram-se à 10m de altitude. A diferença altimétrica entre topo-leito fluvial do atinge cerca de 30m, ressaltando a suavidade do relevo.

A declividade média da ilha é de 2,3%. O relevo da bacia classifica-se principalmente como plano a suave ondulado. Destaca-se maior declividade (acima de 21%) apenas nas escarpas dos tabuleiros litorâneos, em especial nas falésias ativas da faixa costeira. O índice de rugosidade resalta a diferença entre a área de menor rugosidade, representada pelos vales fluviais dos rios Anil, Paciência, Tibiri e

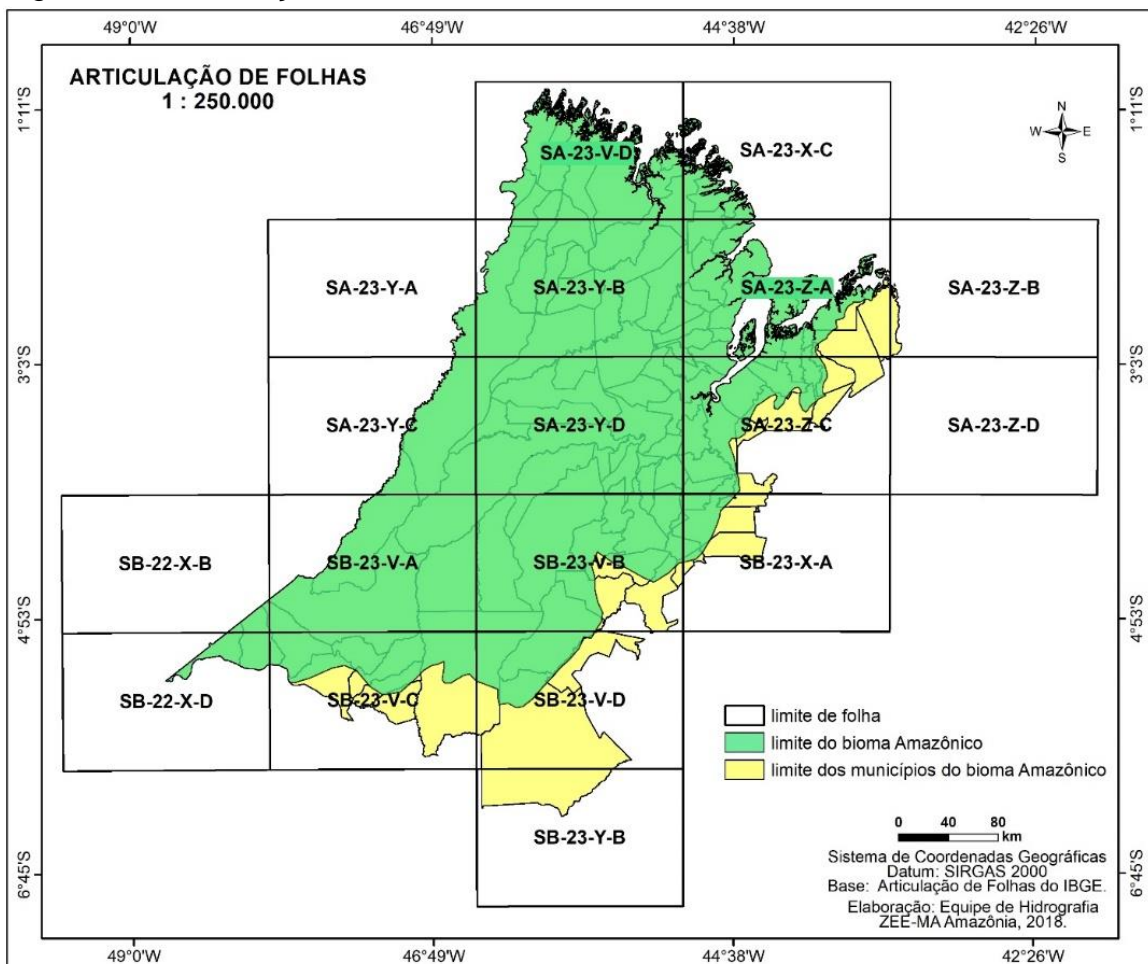
Santo Antônio, e, a de maior rugosidade, que corresponde aos tabuleiros do planalto sedimentar.

A demanda consuntiva hídrica da ilha do Maranhão, concentra-se principalmente no consumo urbano (70%), seguida da demanda para a irrigação (25%).

4 REDE HIDROGRÁFICA NA ESCALA 1:250.000

Os trechos de drenagem, as massas de água e os limites de bacia contemplaram dezoito folhas na articulação 1:250.000 (Figura 19).

Figura 19 - Articulação das folhas 1:250.000 com os limites do bioma



Fonte: Registros da Pesquisa (2018)

A Tabela 01 mostra os resultados da extensão dos trechos de drenagem (km) e do número de trechos de drenagem na escala 1:250.0000 em relação aos

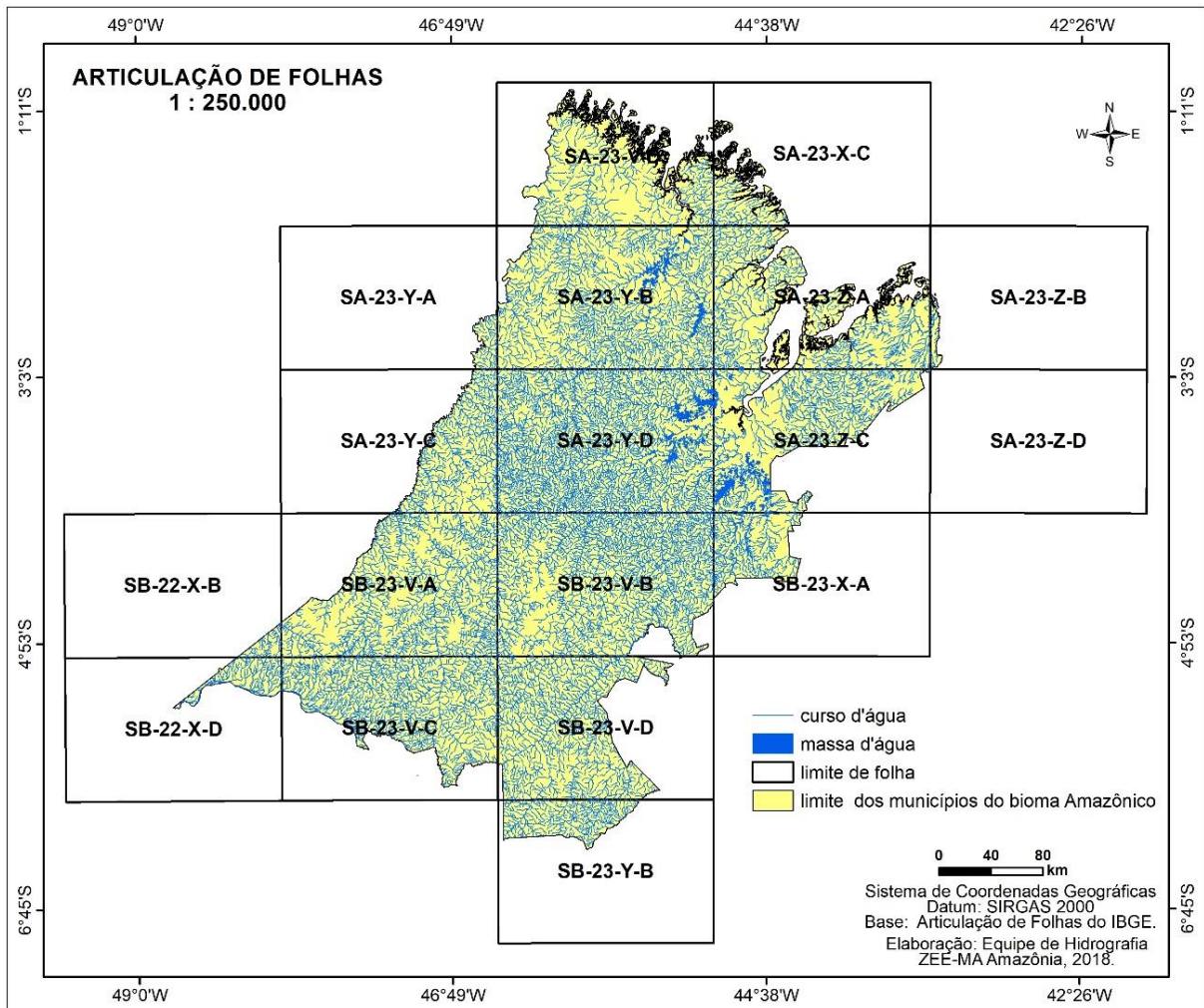
dados da base espacial original (2016) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Ao todo, o Bioma Amazônico apresenta, em relação aos dados espaciais do IBGE: acréscimo de 42.039,88 km de extensão dos cursos d'água e, 14.617 novos trechos de drenagem. A Figura 20 mostra o resultado final da vetorização da rede hidrográfica do Bioma Amazônico.

Tabela 1 - Resultados da rede de hidrográfica em relação aos dados do IBGE

FOLHAS 1:250.000	NOME DAS FOLHAS	Área (km ²) do bioma na folha	Extensão (km) do trecho de drenagem IBGE	Número de trechos de drenagem m IBGE	Extensão (km) do trecho de drenagem ZEE	Número de trechos de drenagem m ZEE
SA-23-V-D	TURIAÇU	9.707,6	1.305,6	250	2.401,9	532
SA-23-X-C	CURURUPU	2.197,9	316,8	58	533,1	125
SA-23-Y-A	RIO CAPIM	645,9	146,8	30	307	68
SA-23-Y-B	PINHEIRO	17.531,8	2.479,9	346	8.075,4	2.212
SA-23-Z-A	SÃO LUÍS	11.165,9	1.485,9	283	3.892,5	885
SA-23-Z-B	BARREIRINHAS	324,9	42,5	8	132,6	33
SA-23-Y-C	PARAGOMINAS	5.446,5	1.178,1	208	2.605,4	719
SA-23-Y-D	SANTA INÊS	18.419,6	4.031	624	11.413,3	3.371
SA-23-Z-C	ITAPECURU-MIRIM	10.513,5	1.492,8	174	4.290,4	939
SA-23-Z-D	CHAPADINHA	0,6	-	-	-	-
SB-22-X-B	RONDON DO PARÁ	457,6	54,6	7	241,2	88
SB-23-V-A	AÇAILÂNDIA	14.140,3	2.023,7	228	6.363,8	1.956
SB-23-V-B	VITORINO FREIRE	17.282,6	2.952,4	355	9.273,1	2.914
SB-23-X-A	BACABAL	3.286,7	681,8	153	1.617,5	405
SB-22-X-D	MARABÁ	1.332,2	317,7	54	688,6	172
SB-23-V-C	IMPERATRIZ	10.649,1	1.639,8	207	5.703,7	1.581
SB-23-V-D	BARRA DO CORDA	10.906,9	1.651,2	168	5.268,4	1.388
SB-23-Y-B	FORTALEZA DOS NOGUEIRAS	2.676,06	557,9	88	1.590,7	470
Total		-	22.358,5	3.241	64.398,3 7	17.858

Fonte: Resultados da Pesquisa (2018)

Figura 20 - Rede hidrográfica dos trechos de drenagem na escala 1:250.000



Fonte: Resultados da Pesquisa (2018)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o propósito de subsidiar o processo de elaboração do ZEE do bioma Amazônico, identificaram-se aspectos que merecem destaque sobre as águas superficiais, seja pela referência de qualidade ou pela deficiência.

A base espacial da rede hidrográfica — trechos de drenagem, massas de água e limites de bacia hidrográfica — na escala 1:250.000, representa um marco para a base cartográfica do estado do Maranhão e para as análises do Zoneamento Ecológico-Econômico do Bioma Amazônico. Destaca-se que, a base de dados espacial disponibilizada é muito mais detalhada e atualizada no segmento dos recursos hídricos superficiais que as demais bases cartográficas existentes em meio digital. Contudo, vale ressaltar, num cenário futuro, a importância de atualização das

bases cartográficas à medida que produtos de maior qualidade e precisão espacial são disponibilizados.

Os dados morfométricos mostraram que na maior bacia do bioma – bacia do rio Mearim (48,4%) – há uma diferença altimétrica entre o médio e baixo curso, provocando uma ruptura significativa no relevo. Essa diferença provoca alterações nos processos de erosão e sedimentação do médio curso, uma vez que o baixo curso promove o ajuste do nível de base. Nesse sentido, verifica-se que o entalhe vertical dos leitos fluviais no médio curso difere-se da configuração de vales fluviais em “U” e amplos do baixo curso. Porém, há que se destacar que outras variáveis também podem influenciar esse padrão de dissecação, como o substrato litológico e a ocorrência de lineamentos estruturais. Nas bacias dos rios Turiaçu, Maracaçumé e Gurupi (32,3%), a diferença altimétrica tem menor proporção, em relação à bacia do rio Mearim, e se concentra entre alto e médio curso dos rios.

De forma geral, predominam baixas declividades no Bioma Amazônico, evidenciadas sobretudo no baixo curso das bacias. Próximo à foz dos rios, as planícies de inundação formam extensas áreas alagáveis, que correspondem ao domínio de relevo plano suave, em área de pouca energia para o transporte sedimentar, onde se formam lagoas e brejos. Essas características evidenciam a maior expressividade dos processos de agradiação em detrimento aos processos de degradação no baixo curso das bacias.

Os dados hidrológicos monitorados pela ANA/CPRM, independente da série histórica, mostraram que há uma tendência de redução da vazão dos rios principais. Esta evidência pode estar associada a diversos fatores, como a variabilidade climática, o arcabouço lito-estrutural, o uso e ocupação do solo, a intensificação do desmatamento e queimadas, que tem consequência direta na disponibilidade hídrica. Outro aspecto importante refere-se à extensão da rede e a distribuição das estações fluviométricas nas bacias. A maior parte se concentra na bacia do rio Mearim, enquanto, a bacia do rio Pericumã – integralmente inserida no bioma – e a porção amazônica das bacias dos rios Gurupi, Tocantins, Itapecuru e Munim não apresentam estações fluviométricas. Portanto, constata-se que há necessidade de ampliação da rede de monitoramento fluviométrico nas bacias já monitoradas, bem como a inclusão de novas estações nas bacias que não possuem

monitoramento, para melhor caracterização e precisão da disponibilidade hídrica no bioma.

Quanto à demanda consuntiva de água, verifica-se que, ao se considerar a estrutura fundiária e as características das culturas da Amazônia maranhense, há uma demanda expressiva de água para a irrigação e dessedentação animal. Para a regulação do uso dos recursos hídricos, sugere-se como medida fundamental, a implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos e as ações de gestão, sobretudo com a efetiva formação dos Comitês de Bacia. Dessa forma, esta necessidade se fará sentir e desencadeará ações para superá-la.

Por fim, o relatório temático dos recursos hídricos superficiais apresenta os dados necessários, em conjunto com as demais variáveis temáticas, à elaboração do Zoneamento Ecológico-Econômico do Bioma Amazônico do estado do Maranhão.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil) (ANA). **HidroWeb**: sistemas de informações hidrológicas. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/>. Acesso em: 20 de jan. de 2018.
- BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do meio ambiente físico de bacias hidrográficas**: modelo de aplicação. Florianópolis: UFSC, 1994. 112 p.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher. 1980.
- GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. da. **Geomorfologia: Uma Atualização de Base e Conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (Brasil) (IBGE). **Base espacial do Brasil em escala 1:250.000**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias>. Acesso em: 20 de jan. 2018.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (Brasil) (IBGE). **Manual de Normas, especificações e procedimentos técnicos para a carta do mundo ao milionésimo** – CIM. 1:1.000.000. Rio de Janeiro. 1993. 63p.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (Brasil) (INPE). **Topodata**: banco de dados geomorfométricos do Brasil. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/>. Acesso: em 12 de fev. 2018.



LONGLEY, P.A. et al. **Sistemas e ciência da informação geográfica**. 3ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2013. 540 p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (Brasil) (MMA). **Geo Catálogo de imagens de satélite Rapideye**. Disponível em: <http://geocatalogo.mma.gov.br/>. Acesso em: 01 fev. 2018.

SISTEMA NACIONAL SOBRE INFORMAÇÕES DE RECURSOS HÍDRICOS (Brasil) (SNIRH). **Agencia nacional de águas**. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/>. Acesso: em 10 de fev. 2018.

LIMNOLOGIA DO BIOMA AMAZÔNICO MARANHENSE

Equipe

Andréa de Araújo (Pesquisador Sênior); Clóvis Ferreira do Carmo (Pesquisador Sênior); Itatiane Moraes Póvoas Ribeiro (Pesquisador Júnior); Annie France dos Santos da Silva (Técnica).

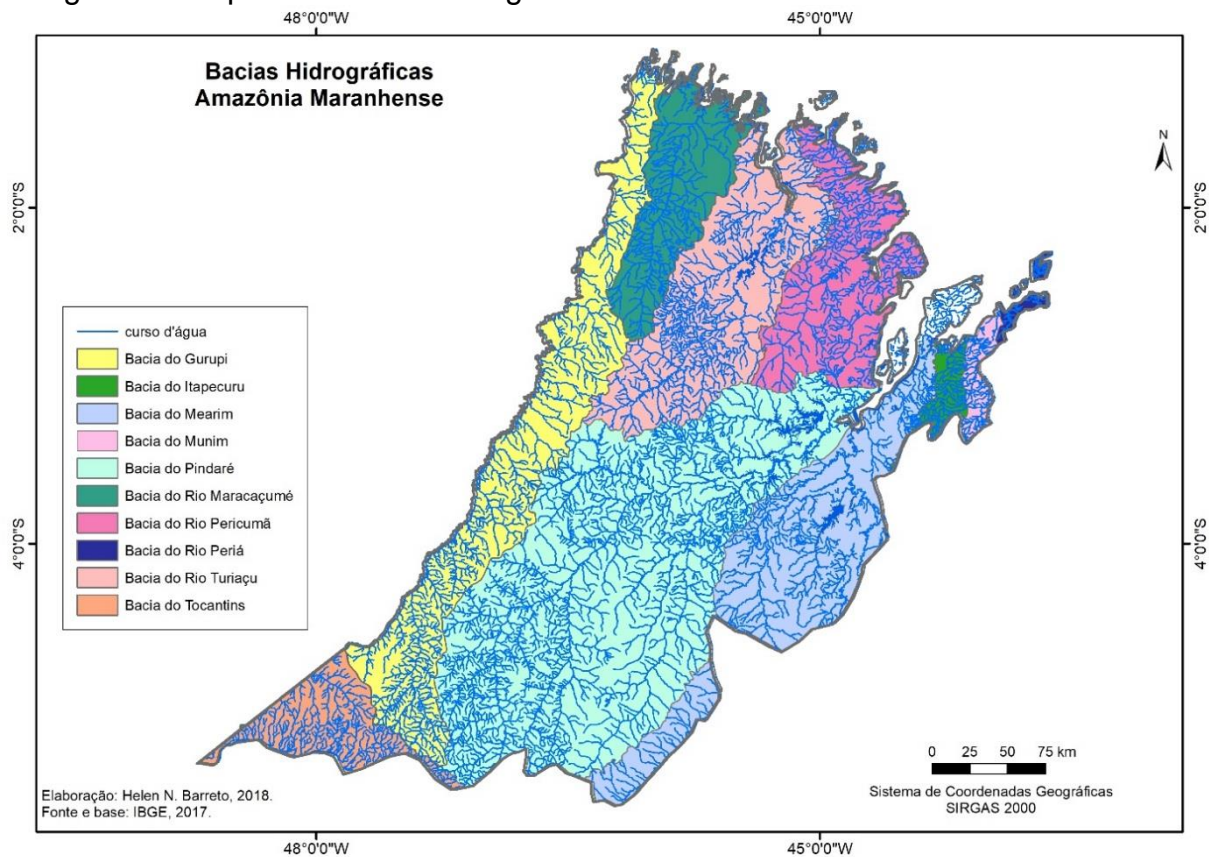
1 INTRODUÇÃO

Um dos principais instrumentos adotados direta e indiretamente no planejamento das bacias hidrográficas, que poderiam se enquadrar como propostas de planejamentos ambientais é o Zoneamento Ecológico-Econômico (CARVALHO, 2014), que é um instrumento da Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) regulamentado pelo Decreto Federal 4.297/2002 (BRASIL, 2002) e que consiste em uma das bases essenciais para se estabelecerem as estratégias de planejamento de um território (SILVA; RODRIGUEZ, 2014),.

O Macrozoneamento Ecológico-Econômico (MacroZEE) é um instrumento para planejar e ordenar o território brasileiro, 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 articulação com a sociedade civil, integrando seus interesses em torno de um pacto pela gestão do território (BRASIL, 2013). Nos últimos anos, este tem sido a proposta do governo brasileiro para apoiar as decisões de planejamento do desenvolvimento e do uso do território nacional em bases sustentáveis, tornando-se um programa do Plano Plurianual (PPA) do Governo Federal, gerenciado pelo Ministério do Meio Ambiente e com execução descentralizada por diversos órgãos federais e estaduais (BRASIL, 2010).

No Maranhão, encontra-se uma grande extensão de recursos hídricos, formados por bacias hidrográficas, lacustres e águas subterrâneas, totalizando uma área de 325.650 km². Esta pesquisa tratou de nove bacias (Figura 1) que representam 75% desses recursos no estado, sendo 30.300 km² da Bacia do Tocantins e 16.000km² do Gurupi, que são bacias limítrofes, 15.800km² da Bacia do Munim, 54.300km² do Itapecuru, 40.400km² do Pindaré e 56.200km² do Mearim, sendo bacias genuinamente maranhenses e 7.700km² do Maracaçumé, 13.400km² do Turiaçu e 10.800km² do Pericumã, que são bacias secundárias (MARANHÃO, 2002).

Figura 1 - Mapa das bacias hidrográficas do bioma Amazônico



Fonte: Registros da Pesquisa (2018)

O zoneamento e monitoramento limnológico das bacias citadas acima visou avaliar a qualidade e as condições em que se encontra a água desses ecossistemas em um determinado período de tempo, tendo em vista que não há um constante monitoramento, devido às dificuldades em fazê-lo de forma adequada em alguns Estados, pela ausência de redes estaduais de monitoramento.

O Estado do Maranhão ainda não possui um MacroZEE concluído segundo os critérios legais e diretrizes metodológicas estabelecidos. Diante desse contexto, a inserção de parte do Maranhão em área de Amazônia Legal interfere na gestão territorial do Estado, considerando políticas específicas para essa região, como a determinação legal de elaboração de um ZEE, como um instrumento técnico para planejar a ocupação racional e o uso sustentável dos recursos naturais (BRASIL, 2010). No caso específico deste trabalho, tem-se a base cartográfica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e da Agência Nacional de Águas (ANA), em escala 1:250.00 do ZEE.

Sendo assim, objetivou-se fazer o monitoramento das nove bacias principais do estado do Maranhão, onde sete são pertencentes ao Bioma Amazônico Maranhense e duas são bacias de grande porte e significância para o Estado, avaliando a qualidade de água, e fazendo um “gerenciamento” ambiental nas referidas bacias hidrográficas. Além de monitorar pontos estratégicos das bacias estudadas; coletar amostras de águas superficiais no período chuvoso e seco; monitorar a qualidade da água das nove bacias nas características químico-físicos e biológicas; acompanhar a evolução da qualidade das águas e elaborar diagnósticos para o Bioma Amazônico Maranhense, em pontos estratégicos das bacias em estudo.

Espera-se, ainda, contribuir na identificação de lacunas e oportunidades de pesquisa em Limnologia, que podem ser a base para futuros projetos a serem desenvolvidos na Amazônia Maranhense.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

No âmbito deste trabalho, utilizou-se os dados das Estações de Monitoramento do Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas – PNQA (<http://portalpnqa.ana.gov.br/Qualiagua.aspx>), coordenado pela Agência Nacional de Águas – ANA. As medições das variáveis analisadas foram: condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, pH, potencial redox, temperatura do ar e da água, turbidez e sólidos totais dissolvidos, disponíveis para a região em estudo. Utilizou-se ainda o Sistema de Informações Hidrológicas – HidroWeb (<http://hidroweb.ana.gov.br>), disponível no *site* da ANA, para seleção de todas as estações fluviométricas e análise de dados hidrológicos. Foram considerados os dados totais anuais precipitados, referentes aos mesmos anos utilizados para a análise de vazões nas estações fluviométricas, dando-se preferência para a utilização de dados consistidos.

Para análise dos eventos de vazão, foram utilizados dados mensais de vazão (Q) das estações fluviométricas distribuídas ao longo das bacias hidrográficas na região. Essas informações foram adquiridas do banco de dados fluviométricos da ANA. Posteriormente, os dados médios mensais de vazão foram tabulados em planilhas do Excel (versão 2010).

As análises físico-químicas da água foram determinadas, *in loco*, com o auxílio da sonda multiparamétrica de qualidade da água HORIBA (Série U-50). Após as coletas, as amostras foram acondicionadas em caixas térmicas e levadas ao

Laboratório para análises das variáveis. Foram considerados com principal parâmetro de referência a Resolução CONAMA n.º 357, de março de 2005, que dispõe sobre classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento e estabelece as condições e padrões de lançamento e dá outras providências (BRASIL, 2005).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Compilação de Resultados (janeiro a setembro de 2018)

a) Parâmetros de qualidade de água

Os parâmetros de qualidade da água que fazem parte do cálculo do Índice de Qualidade de Água – IQA refletem, principalmente, na contaminação dos corpos hídricos ocasionada pelo lançamento de esgoto doméstico. A avaliação da qualidade da água é feita baseada em parâmetros fixados de forma a obter valores de qualidade em função de sua concentração ou medida (ANA, 2005).

b) Coliformes fecais

De acordo com Von Sperling (1996), “os coliformes fecais (CF) são um grupo de bactérias indicadoras de organismos originários do trato intestinal humano e outros animais”. São utilizados como indicador de contaminação fecal, pois apresentam-se em grande quantidade nas fezes humanas e apresentam grande resistência comparado a grande maioria das bactérias intestinais.

c) Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica da água indica a sua capacidade de transmitir a corrente elétrica em função da presença de substâncias dissolvidas, que se dissociam em ânions e cátions. Quanto maior a concentração iônica da solução, maior é a oportunidade para ação eletrolítica e, portanto, maior a capacidade em conduzir corrente elétrica (BRASIL, 2014).

d) Demanda Biológica de Oxigênio (DBO)

É um parâmetro de fundamental importância na caracterização do grau de poluição de um corpo d'água, sendo o parâmetro preferencialmente mais utilizado, e “retrata, de uma forma indireta, o teor de matéria orgânica nos esgotos ou no corpo

d'água, sendo, portanto, uma indicação do potencial do consumo do oxigênio dissolvido” (VON SPERLING, 1996).

e) Descarga Líquida

Segundo ANA (2014), a descarga líquida é “utilizada para determinar o volume de água que passa por meio de uma seção transversal em determinada unidade de tempo (em geral um segundo). Quanto maior a precisão durante a medição de descarga líquida (vazão), melhor será o processo de tomada de decisão na área de recursos hídricos e saneamento ambiental”.

f) Fósforo Total

O fósforo não apresenta problemas de ordem sanitária nas águas de abastecimento”, sendo um elemento indispensável para o crescimento de algas e de microrganismos responsáveis pela estabilização da matéria orgânica. Comumente utilizado para caracterização de corpos d'água (VON SPERLING, 1996).

g) Nitrogênio

O nitrogênio no meio aquático, pode ser encontrado como: nitrogênio molecular, nitrogênio orgânico, amônia, nitrito e nitrato. Este é de suma importância para o crescimento de algas e para o crescimento de microrganismos, quando na forma de nitrato está relacionado a doenças. Segundo Von Sperling (1996), “nitrogênio, nos processos bioquímicos de conversão da amônia a nitrito e deste a nitrato, implica no consumo de oxigênio dissolvido do meio (o que pode afetar a vida aquática)”, assim como a amônia é diretamente tóxico aos peixes.

h) Oxigênio Dissolvido

O oxigênio dissolvido é de essencial importância para os organismos aeróbios (que vivem na presença de oxigênio). As bactérias fazem uso do oxigênio no processo respiratório, podendo causar a redução da sua concentração no meio, vindo a morrer diversos seres aquáticos, inclusive os peixes e no caso de ausência de oxigênio, tem a geração de maus odores. Segundo Von Sperling (1996), é o principal parâmetro de caracterização dos efeitos da poluição das águas por despejos orgânicos.

i) pH

O Potencial Hidrogeniônico (pH), “representa a concentração de íons hidrogênio H⁺ (em escala anti-logarítmica), dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. A faixa de pH é de 0 a 14” (VON SPERLING, 1996).

Ainda segundo o autor, o pH:

- É importante em diversas etapas do tratamento da água (coagulação, desinfecção, controle da corrosividade, remoção da dureza);
- pH baixo: corrosividade e agressividade nas águas de abastecimento;
- pH elevado: possibilidade de incrustações nas águas de abastecimento;
- Valores de pH afastados da neutralidade: podem afetar a vida aquática (ex: peixes) e os microrganismos responsáveis pelo tratamento biológico dos esgotos. (VON SPERLING, 1996).

j) Temperatura

É utilizada para medir a intensidade de calor Von Sperling (1996), diz que:

- Elevações da temperatura aumentam a taxa das reações químicas e biológicas (na faixa usual de temperatura);
- Elevações da temperatura diminuem a solubilidade dos gases (ex: oxigênio dissolvido);
- Elevações da temperatura aumentam a taxa de transferência de gases (o que pode gerar mau cheiro, no caso da liberação de gases com odores desagradáveis). (VON SPERLING, 1996).

k) Turbidez

Segundo Von Sperling (1996), turbidez “representa o grau de interferência com a passagem da luz através da água, conferindo uma aparência turva à mesma”. Pode ser de origem natural, onde não é inconveniente aos sanitários diretos, no entanto, desagradável em água potável, e de origem antropogênica, sendo associada a compostos tóxicos e organismos patogênicos. Dificulta a penetração da luz, prejudicando a fotossíntese.

4 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS: análise da qualidade da água

Um corpo hídrico em equilíbrio ecológico, que garanta a saúde e o bem-estar humano, depende que parâmetros físicos, químicos e biológicos estejam dentro de um nível de qualidade avaliado por condições e padrões específicos que assegurem seus usos preponderantes (BRASIL, 2005). Existem muitos parâmetros por meio dos quais se avalia a qualidade das águas. Neste trabalho, priorizaram-se

alguns dos mais significativos critérios de variáveis quantitativas de análise da água, baseando-se na Resolução CONAMA n.º 357 de 17 de março de 2005.

a) Resultados das variáveis limnológicas

- Coleta piloto: Município de Axixá e rio Munim

As amostras de água para determinação dos parâmetros temperatura, pH, potencial redox, condutividade, turbidez, oxigênio e sólidos totais dissolvidos (Tabela 01). Estas foram obtidas *in situ* através de uma sonda multiparâmetro de qualidade da água HORIBA Série U-50.

Tabela 1 - Análise das amostras coletadas, *in loco*, correspondente ao Rio Munim no município de Axixá-MA

Data	GPS	Temperatura	pH	Potencial redox	Condutividade	Turbidez	Oxigênio dissolvido	Sólidos totais dissolvidos
11.5.18 Ponto 1	584073 9675419 UTM	27,47	6,33	246	0,075	Maior que 1000	8,82 112,5%	0,049
11.5.18 Ponto 2 Superfície		26,85	5,06	242	0,040	38,7	7,6 96,4%	0,026
Ponto 2 Fundo		26,85	4,5	148	0,040	38,4	10,59 134,4%	0,026

Fonte: Registros da Pesquisa (2018)

Analisando os dados da Tabela 01, observa-se que a **temperatura** do Rio Munim se apresentou estável nos dois pontos de coleta tendo como valor máximo 27,47°C e mínimo de 26,85°C. Padrões de estabilidade de temperatura também foram descritos por Euba Neto et al. (2012), em estudo realizado nas águas do Balneário Veneza na Bacia Hidrográfica do médio Itapecuru-MA. Segundo Nova (2005), a temperatura da água provavelmente tem a maior influência sobre a vida e os sistemas aquáticos do que qualquer outra variável tomada isoladamente, devido a interação que ocorre entre elas.

Na amostra analisada, o **pH** foi, predominantemente, ácido em todos os pontos, com os valores variando entre um máximo de 6,33 (P1) e mínimo de 4,5 (P2, no fundo). Andrade et al. (2016), avaliando as características físico-químicas do lago Macurany em Parintins-AM também não observaram diferenças significativas nas características nos períodos secos e chuvosos em relação aos valores de pH e temperatura. Para Camargo et al. (2009), o pH exerce influência direta e indireta sobre os ecossistemas aquáticos naturais; no primeiro, em função dos efeitos sobre a

fisiologia das diversas espécies, no segundo, por contribuir para a precipitação de elementos químicos tóxicos, como metais pesados, em condições específicas de pH, ou até mesmo sobre a solubilidade de nutrientes.

Em relação à **condutividade elétrica**, registrou valor mínimo de 0,040 μ S.cm (P2, para superfície e fundo) e máximo de 0,075 μ S.cm (P1). Segundo Brasil (2006), valores superiores a 100 μ S.cm indicam ambientes impactados, conforme observado os baixos valores encontrados a condutividade encontra-se dentro dos limites aceitáveis pela Legislação vigente.

A **turbidez** de amostra de água é o grau de atenuação de intensidade de um feixe de luz sofre ao atravessá-lo devido à presença de sólidos em suspensão, sendo de extrema importância para o processo fotossintético, fator essencial para a produção de matéria orgânica e o equilíbrio do balanço de gases (BRASIL, 2005). Sobre esta variável, os valores encontrados apresentaram-se constantes para P2 de 38,7 UNT (superfície) e 38,4 UNT (fundo). Logo não apresentou grande variação em seus valores, as medidas desta variável estão em conformidade com o padrão estabelecido pela resolução CONAMA 357/05, que é de até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT) para a classe 2. Ainda sobre essa variável, valores próximos foram registrados por Rodrigues (2011), em trabalho realizado na Bacia do Rio Pindaré. Valores abaixo do limite máximo indicado pela legislação vigente (100 NTU) foram encontrados no Rio Bem no Município de Humaitá-Amazonas (PEIXOTO et al., 2014).

Os valores de **sólidos totais dissolvidos** para a amostra foram de máximo de 0,049 mg/L (P1) e mínimo de 0,026 mg/L (P2) tanto para a superfície quanto para a amostra de fundo. O **oxigênio dissolvido (OD)** é um dos gases mais importantes na dinâmica e na caracterização de ecossistemas aquáticos (NASCIMENTO, 2010). Este indica o grau de arejamento da água. É um excelente indicativo da qualidade da água. A presença de oxigênio dissolvido é de grande importância para os seres aquáticos aeróbicos (ORSSATTO, 2008). A introdução de oxigênio no recurso hídrico ocorre através da fotossíntese, da ação de aeradores ou do próprio contato do ar atmosférico. O teor de O² na água varia principalmente com a temperatura e com a altitude. Quanto maior sua concentração melhor a qualidade da água (MACÊDO, 2003). Os valores de oxigênio dissolvido encontrados nesse estudo foram: mínimo de 8,82 mg/L (P1) e máximo de 10,59 mg/L (P2, fundo), os quais estão dentro do permitido para qualquer amostra, não inferior a 5 mg/L, segundo a Legislação.

Variações de O_2 mínimas de $5,8 \text{ mg.L}^{-1}$ foram encontradas por Santos e Carvalho (2007) em estudos no Rio Munim. Já no Rio Tocantins, encontrou-se valores próximos ao deste estudo de $7,6 \text{ mg/L}$, na cidade de Imperatriz (BORSATTO et. al., 2010). Em contraste a estes estudos, Euba Neto et al. (2012) encontraram baixos índices de oxigênio dissolvido ($> 5,0 \text{ mg L}^{-1}$) na bacia do rio Itapecuru, fato justificado pela ocorrência de eutrofização na região.

Diante das análises deste estudo confirma-se que, as características físico-químicas são de extrema importância na dinâmica do ecossistema aquático. Ratifica-se que os valores encontrados para as variáveis analisadas, são considerados adequados para a manutenção da vida aquática, conforme Legislação em vigor.

b) Primeira Coleta de água – período seco: 19 pontos

No mês de junho de 2018 foram realizadas as coletas e análises de 19 pontos do Estado do Maranhão, sendo esses: Arari, Cajari, Santa Luzia do Paruá, Santa Helena, Mirinzal, Maracaçumé, Gurupi, Pinheiro, São Bento, Bela Vista, Santa Luzia, Rio Buriticupu, Bom Jesus, Itinga, Pequiá Baixo, Rio Açailândia, Rosário, Axixá e Icatu. Nessa coleta foram obtidos resultados dos parâmetros de temperatura; pH; potencial redox; condutividade; turbidez; oxigênio dissolvido; sólidos totais dissolvidos e salinidade. Foram elaborados os gráficos, a partir da média dos dados de superfície e fundo dos parâmetros citados anteriormente.

De acordo com a Resolução CONAMA n.º 357, quanto a coliformes termotolerantes, esses podem crescer em temperaturas de $44^\circ\text{C} - 45^\circ\text{C}$, no entanto, os valores de temperatura, demonstram temperatura mínima de $25,14^\circ\text{C}$ (Rio Buriticupu) e máxima de $29,71^\circ\text{C}$ (Bela Vista), ainda assim, temperaturas abaixo das de coliformes termotolerantes podem crescer, não impedem que o ambiente esteja contaminado por outros coliformes.

- Temperatura

Não consta na legislação valores máximos ou mínimos estipulados para esta variável, entretanto, os resultados obtidos para estão dentro do esperado para a condição climática da nossa região. Segundo Buzelli e Cunha-Santino (2013), a elevação da temperatura também tem como consequência a intensificação da taxa de decomposição da matéria orgânica, aumentando a DBO do ambiente aquático, sendo que liberações de nitrogênio e fósforo também são intensificadas pela lixiviação

(processo de dissolução de frações hidrossolúveis que ocorre durante a decomposição).

- pH

Quanto ao potencial hidrogeniônico (pH), o ideal regulamentado pelo CONAMA, são valores de 6,0 a 9,0 e entre 6,0 e 9,5, de acordo com a Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011). Pode-se observar no Gráfico 02, os pontos do Rio Açailândia, Mirinzal, Itinga, Icatu e Pequiá de Baixo, revelam valores abaixo do adequado para ambientes de água doce, sendo esses, 4,93, 5,48, 5,56, 5,57 e 5,85, respectivamente. Santos e Silva (2016), também não encontraram anormalidades de pH nas águas dos rios Itapecuru e Mearim (6,9 e 6,6, respectivamente) no trabalho de análise e avaliação das águas do baixo curso do Itapecuru em Coroatá-MA.

A Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais (SEMA), encontrou no monitoramento das bacias hidrográficas do Maranhão, valores não regulamentados pela Resolução CONAMA, sendo o valor mais baixo 4,31 no município de Chapadinha (MA-719-R-12). No ano de 2018, destaca-se o valor 1, muito baixo (ácido) de pH, no Rio Preguiças (MA-7195-R-3), no Rio Munim, no município de Anapurus (MA-7164-I-1) também foi encontrado um valor baixo de pH, sendo 4,9, ainda no corpo hídrico do Rio Munim, porém no município de Urbano Santos (MA-7192-I-10), foi encontrado um valor semelhante, de 4,8. Para o mês de março de 2018, no corpo hídrico do Rio Tapuio (MA-7185-I-3), no município de São Mateus, no corpo hídrico do Rio Pindaré, no município de Alto Alegre do Pindaré (MA-7162-I-4) e no Rio Mearim/Bambu, no município de Bacabal (MA-7165-I-5), foram encontrados os valores mais baixos de pH, sendo de 4,2, todos considerados inadequados de acordo com a Resolução CONAMA.

- Condutividade Elétrica

A Resolução CONAMA 357/05 não determina valor específico para esta variável. Estudos de análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita-SP realizados por Buzelli e Cunha-Santino (2013), também identificaram valores semelhantes ao encontrados neste estudo.

- Turbidez

Os parâmetros de “cor” e “turbidez”, indicam a presença de partículas em suspensão, são de alta relevância, pois são indicativos de assoreamento (CONTE; LEOPOLDO, 2011) decorrentes de fatores como desmatamento, crescimento desordenado, entre outros (REIS et al., 2002). Os valores de turbidez encontrados estão dentro do estabelecido pelo CONAMA para rios de Classe 2, de até 100 NTU, destacando-se entre os valores encontrados, o ponto de Icatu (0 NTU), Rio Açailândia (0,3 NTU) e Pequiá de Baixo (0,9 NTU), com índices abaixo de 1 NTU de turbidez, indicando águas pouco turvas, que tem alta penetração de luz solar na coluna d’água. Dos resultados obtidos do monitoramento da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais (SEMA), no ano de 2017, também ocorre o aumento de Turbidez, destacando o ponto do município de Pindaré-Mirim (MA-7162-I-29), com valor de 294,89 NTU.

- Oxigênio Dissolvido

Para o oxigênio dissolvido, foram encontrados valores irregulares para a resolução CONAMA nos pontos do Rio Buriticupu (1,74 mg/L), Pinheiro (3,26 mg/L) e São Bento (4,79 mg/L), sendo o valor ideal maior ou igual a 5 mg/L, o que pode acabar prejudicando a vida de vários organismos nesses pontos, visto que esses dependem de oxigênio para respirar e sobreviver. Dessa forma, a DBO pode ser considerada um indicador de qualidade de água ao se considerar a poluição orgânica (BUZELLI; CUNHA-SANTINO, 2013).

Resultados obtidos por Santos e Silva (2016), para o O₂ dissolvido no rio Mearim também foram considerados muito baixo. Comportamento possivelmente explicado pela baixa aeração do rio, embora este tenha um volume de água bem elevado. Os demais pontos apresentaram valores que demonstram boa oxigenação da água dos rios. Estudos realizados pelo IMESC (2014), apresentaram taxas de oxigênio dissolvido abaixo do parâmetro exigido pela Resolução CONAMA 357/2005 de 5mg/L. Além de ter apresentado alterações também no aspecto “Cor Aparente” com valores elevados em relação aos exigidos na Legislação.

No ano de 2017, no monitoramento da SEMA foi encontrado um valor muito baixo para o que é considerado ideal de acordo com a Resolução CONAMA, sendo esse de 1,47 no município de Anapurus (MA-7164-I-1). Já para o ano de 2018, no mês de abril, também se destaca o valor de 2,46, no Rio Preguiças (MA-7196-R-3), no

corpo hídrico do Rio Munim, no município de Chapadinhas (MA-7192-R-12), um valor muito baixo de 0,9, no município de Nina Rodrigues (MA-7192-I-1), o valor de 3,22 e no município de Bacabal, no corpo hídrico do Rio Mearim/Bambu (MA-7165-I-5), o valor de 1.

- Sólidos totais dissolvidos

Para sólidos totais dissolvidos o estabelecido na Resolução CONAMA é de 500 mg/L, no entanto, todos os valores encontrados foram abaixo de 1 mg/L, alguns sólidos totais dissolvidos são essenciais, porém altos índices são prejudiciais se encontrados no corpo d'água podendo afetar a comunidade aquática, podendo alterar as condições de luminosidade da água interferindo no metabolismo dos organismos autotróficos submersos, por dificultar a realização da fotossíntese, consequente prejudicando também os demais organismos (ANA, 2009). O comportamento dos sólidos totais é semelhante ao da turbidez, variável com a qual se relaciona. Os valores refletem a condição local, com aumento em locais de maior poluição (ALMEIDA; SCHWARZBOLD, 2003).

- Percentual de Salinidade

Quanto ao percentual de salinidade, de acordo com a Resolução CONAMA, são ambientes de água doce, os que possuem salinidade igual ou inferior a 0,5%, desta forma, os valores encontrados, todos abaixo de 0,1%, indicam que os pontos de água doce estão com percentuais adequados e dentro dos padrões, não prejudicados por altos percentuais de salinidade, que poderia vir a prejudicar os organismos do meio.

c) Análise da qualidade da água superficial: análise laboratorial

- Dados Laboratório Acqua (período chuvoso e seco)

Nos dois períodos de coletas, onde o primeiro foi na estação chuvosa e o segundo na estação seca, foram realizadas coletas com frascos que foram armazenados e levados para o Laboratório Acqua, para a análise dos seguintes parâmetros: Clorofila, Fósforo, Nitrato NO_3 , Nitrito NO_2 , Nitrogênio Amoniacal e Turbidez, afim de reunir mais informações a respeito da qualidade de água dos pontos estudados (Tabelas 02 e 03), conforme tabelas abaixo.

Tabela 2 - Resultados obtidos pelo Laboratório Acqua, dos parâmetros: Clorofila, Fósforo, Nitrato NO₃, Nitrito NO₂, Nitrogênio Amoniacal e Turbidez, na primeira coleta, realizada no período chuvoso

Tipo de Amostra	Ponto da Amostra	Clorofila (µg/L)	Fósforo (mg/L)	Nitrato NO ₃ (mg/L NO ₃ -N)	Nitrito NO ₂ (mg/L NO ₂ -N)	Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	Turbidez (UNT)
Superficial	Pinheiro	<1,6	0.147	<0,400	<0,07	0.111	6.82
	Bela Vista	<1,6	0.195	<0,400	<0,07	<0,055	42.5
	Mirinzal	<1,6	0.115	<0,400	<0,07	<0,055	30.1
	Rosário	<1,6	0.152	<0,400	<0,07	<0,055	31.5
	Axixá	<1,6	0.0500	0.400	<0,07	<0,055	27.4
	Santa Helena	<1,6	0.179	<0,400	<0,07	<0,055	17.1
	Maracaçumé	<1,6	0.107	<0,400	<0,07	<0,055	78.7
	Gurupi	<1,6	0.143	<0,400	<0,07	<0,055	28.3
	São Luís	<1,6	<0,00500	<0,400	<0,07	<0,055	<0,810
	Icatu	<1,6	0.119	<0,400	<0,07	<0,055	2.35
	Rio Açailândia	<1,6	<0,00500	<0,400	<0,07	<0,055	4.15
	Arari	<1,6	<0,00500	<0,400	<0,07	<0,110	19.2
	Cajari	<1,6	<0,00500	<0,400	<0,07	<0,220	58.0
	Bom Jesus da Selva	<1,6	0.119	0.400	<0,07	<0,055	50.7
	Santa Luzia do Paruá	<1,6	<0,00500	<0,400	<0,07	<0,22	59.6
	Pequiá	<1,6	0.0860	<0,400	<0,07	<0,055	3.75
	Itinga	<1,6	0.0700	0.600	<0,07	<0,055	29.5
	Buriticupu	<1,6	0.0790	<0,400	<0,07	0.057	9.34
Santa Luzia	<1,6	0.0800	<0,400	<0,07	<0,055	58.0	
São Bento	<1,6	0.119	<0,400	<0,07	0.065	19.0	

Fonte: Dados da Pesquisa (2018)

Tabela 3 - Resultados obtidos pelo Laboratório Acqua, dos parâmetros: Clorofila, Fósforo, Nitrato NO₃, Nitrito NO₂, Nitrogênio Amoniacal e Turbidez, na primeira coleta, realizada no período seco

Tipo de Amostra	Identificação da Amostra	Clorofila (µg/L)	Fósforo (mg/L)	Nitrato NO ₃ (mg/L NO ₃ -N)	Nitrito NO ₂ (mg/L NO ₂ -N)	Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	Turbidez (UNT)
Superficial	Rio Munim (p25) – Munim	<1,6	<0,00500	0.500	< 0,07	<0,055	53.5
	Rio Una (p24) – Morros	<1,6	<0,00500	< 0,400	< 0,07	<0,055	4.40
	Rio Pindaré Mirim (p22) - Cajari	<1,6	0.197	0.800	< 0,07	<0,055	802
	Rio Itapecuru (p23) - Rosário	<1,6	<0,00500	< 0,400	< 0,07	<0,055	82.8
	(P19) - Rio Grajaú	<1,6	0.0530	< 0,400	< 0,07	<0,055	20.6
	(P21) - Rio Mearim	<1,6	0.0840	< 0,400	< 0,07	<0,055	75.3
	(P20) - Rio Lombada	<1,6	0.0870	< 0,400	< 0,07	0.062	96.1
	(P19) - Rio Grajaú	<1,6	0.0530	< 0,400	< 0,07	<0,055	20.6
	(P21) - Rio Mearim	<1,6	0.0840	< 0,400	< 0,07	<0,055	75.3
	Rio Turiaçu (p10) - Araguaã	<1,6	<0,00500	1.20	< 0,07	0.072	54.3
	Pinheiro	<1,6	0.103	0.400	< 0,07	0.473	50.7
	Rio buriti (p13) - Buriticupu	<1,6	<0,00500	< 0,400	< 0,07	<0,055	38.5
	Centro Guilherme (p8) - Rio Maracaçumé	<1,6	<0,00500	0.400	< 0,07	<0,055	23.3
	Rio Pindaré (p11) - Alto Alegre do Pindaré	<1,6	<0,00500	0.400	< 0,07	<0,055	22.9
	Mirinzal (rio)	<1,6	<0,00500	< 0,400	< 0,07	<0,055	14.1
	Rio gentil (p12) - Esperantina	<1,6	<0,00500	< 0,400	< 0,07	<0,055	34.1
	Rio Gurupi (p7)	<1,6	<0,00500	< 0,400	< 0,07	<0,055	15.9
	São Bento	<1,6	0.131	0.900	< 0,07	0.073	85.4
	Maracaçumé (p6)	<1,6	<0,00500	1.10	< 0,07	<0,055	49.1
	Mirinzal (TRIBUTÁRIO)	<1,6	<0,00500	< 0,400	< 0,07	0.062	32.6
	Santa luzia do Parúa (p9)	<1,6	<0,00500	< 0,400	< 0,07	<0,055	28.7
	Santa Helena	<1,6	<0,00500	< 0,400	< 0,07	0.091	152
	Itinga (Rio Gurupi)	<1,6	<0,00500	< 0,400	< 0,07	<0,055	6.50
	Rio (p15) - Bom Jesus da Selva	5.3	0.0800	< 0,400	< 0,07	<0,055	51.1
	Rio Açailândia (p16)	<1,6	0.00500	< 0,400	< 0,07	<0,055	3.71
	Afluente do Rio Açailândia (p18)	<1,6	<0,00500	< 0,400	< 0,07	<0,055	6.57
Rio (p14) - Bom Jesus da Selva	<1,6	<0,00500	0.400	< 0,07	<0,055	47.5	

Fonte: Dados da Pesquisa (2018)

De acordo com a Resolução CONAMA, nº 357, os níveis de Clorofila estão dentro do padrão em todos os pontos que foram coletadas as amostras, tanto no período chuvoso quanto no período seco (Tabela 02), mesmo que no período seco, o

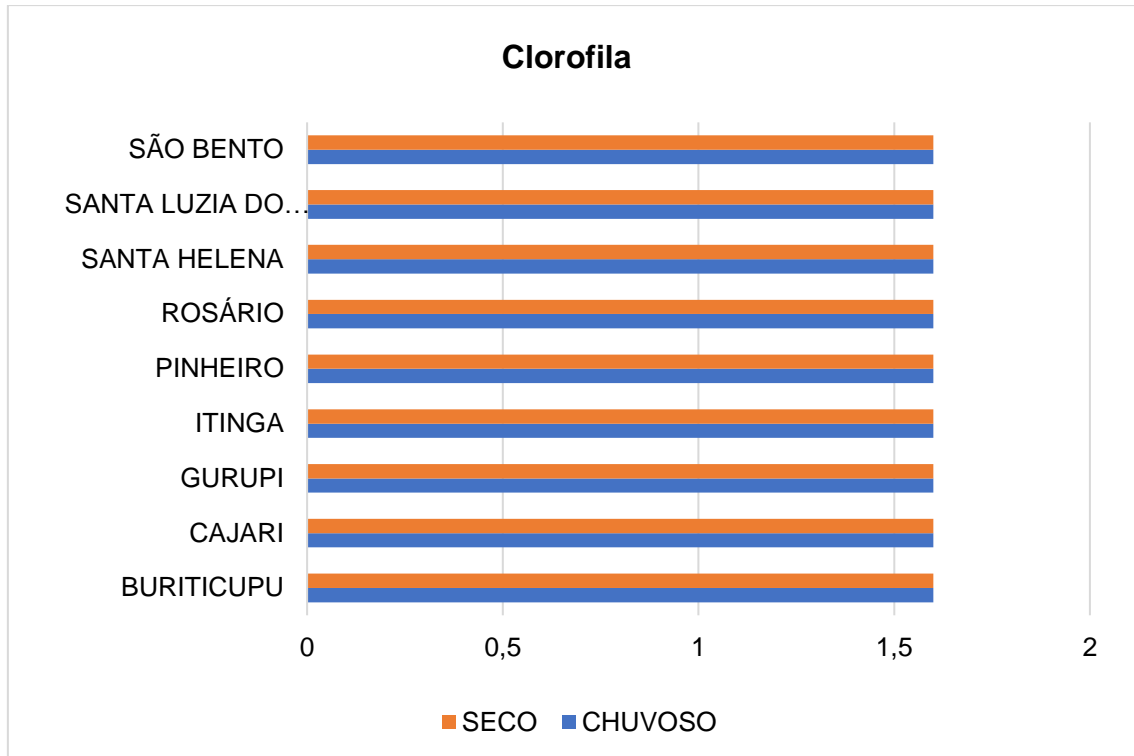
ponto Rio (p15) – Bom Jesus da Selva, tenha apresentado um valor de 5,3 (Tabela 03), estando um valor elevado dos demais, o mesmo encontra-se dentro do padrão, o mesmo acontece com os parâmetros de Nitrato NO_3 , Nitrito NO_2 e Nitrogênio Amoniacal e Turbidez, tendo como exceção apenas do ponto do Rio Turiaçu (p10) – Araquanã, para Nitrato com valor de 1,20 no período chuvoso e Turbidez, também no período chuvoso, com valor de 152 no ponto de Santa Helena (Tabela 03).

Ao comparar esses resultados com os dados encontrados na base do PNQA, do Rio Tocantins, para Nitratos, Nitritos e Nitrogênio Amoniacal, todos os resultados encontrados foram 0. Para dados encontrados na base HidroWeb, na Bacia Mearim – Estação Aratói Grande (33380000), encontra-se valores dentro do permitido para Nitratos e valores abaixo de 1,0 para Nitrogênio Amoniacal, já para Nitritos, apenas no dia 29/09/1992, o valor foi encontrado elevado. Já para o parâmetro Fósforo, de acordo com a mesma Resolução (CONAMA nº 357), os níveis estão dentro do padrão permitido nos resultados encontrados nos pontos de São Luís, Rio Açailândia, Arari, Cajari e Santa Luzia do Paruá, todos com valor de $< 0,00500$, os demais pontos de amostra obtiveram resultados acima do permitido, estes encontram-se em negrito na Tabela 02 e 03. Comparando os resultados do parâmetro Fósforo com os dados da base PQNA, especificamente na bacia Rio Tocantins, percebe-se que há valores elevados para os pontos do Rio Tocantins e Gurupi, neste último, com exceção do mês 04/2006.

Para os dados de Turbidez, comparando com os dados mais recentes obtidos pela SEMA, encontra-se valores elevados no município de Pindaré-Mirim (294,89), Alto Alegre do Pindaré (109,79) e Rosário (113,41), no ano de 2017. Já para o ano de 2018, foram encontrados valores elevados nos corpos hídricos do Rio Peria, no município de Humberto de Campos (186,92), Rio Preguiças, no município de Primeira Cruz (151,9) e Rio Peria, também no município de Primeira Cruz (138,48).

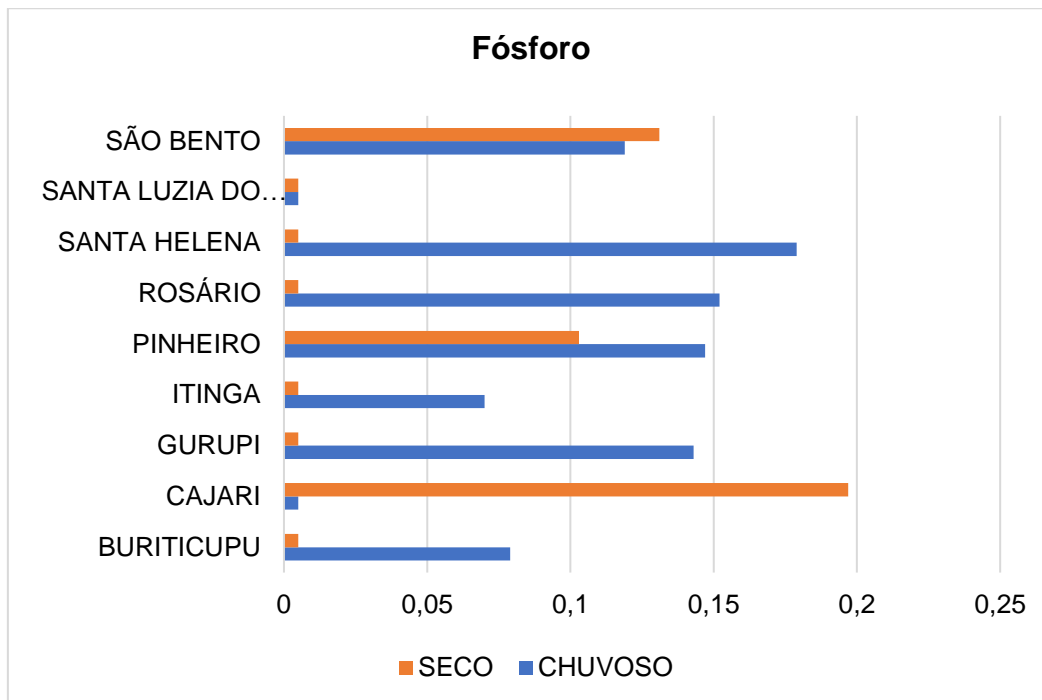
- d) Comparação entre as análises de qualidade da água, em pontos comuns no período chuvoso e seco
- Dados Laboratório Acqua (período chuvoso e seco)

Gráfico 1 - Análise comparativa em relação a clorofila (período chuvoso e seco)



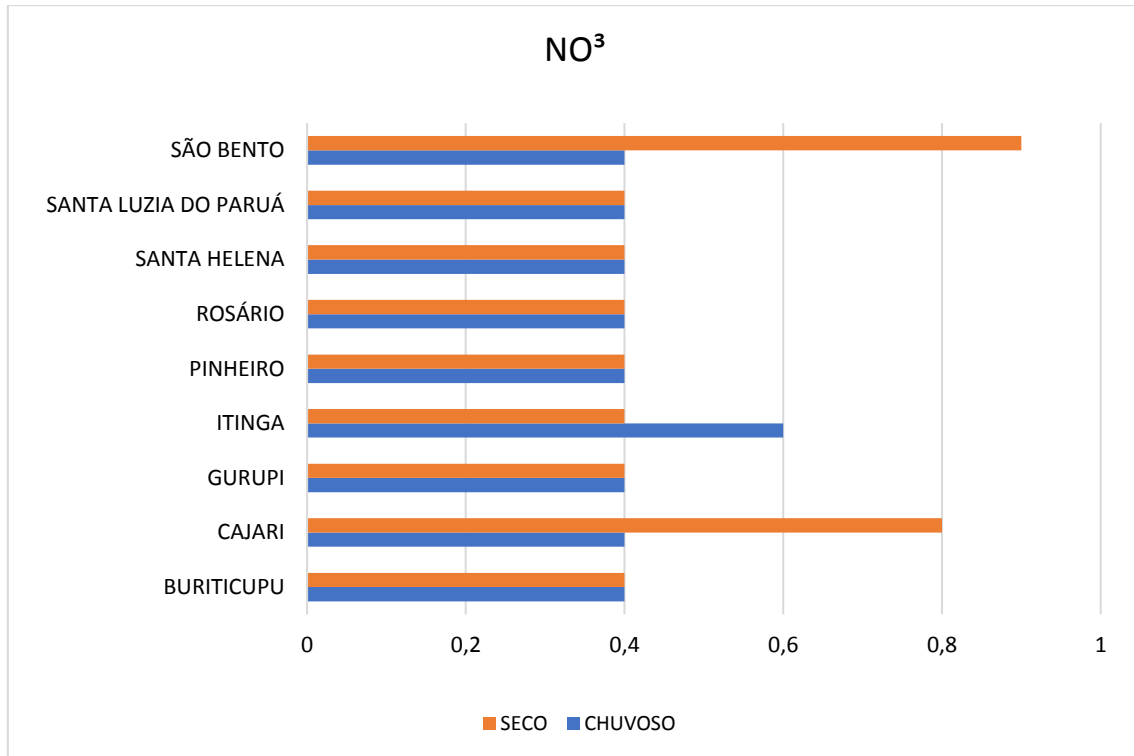
Fonte: Dados da Pesquisa (2018)

Gráfico 2 - Análise comparativa em relação a fósforo (período chuvoso e seco)



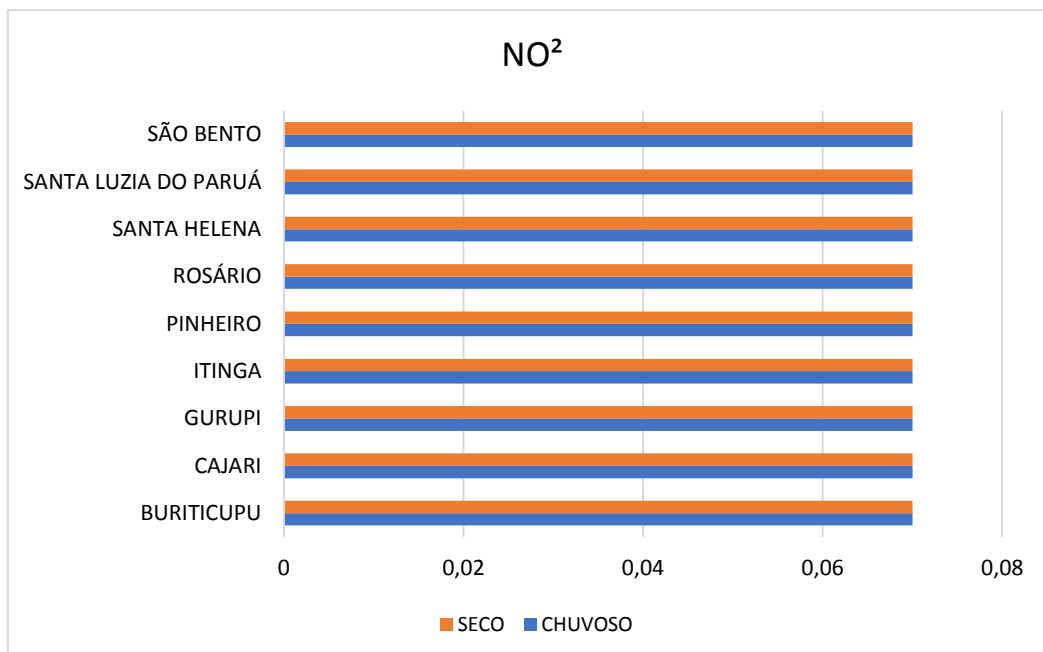
Fonte: Dados da Pesquisa (2018)

Gráfico 3 - Análise comparativa em relação a NO^3 (período chuvoso e seco)



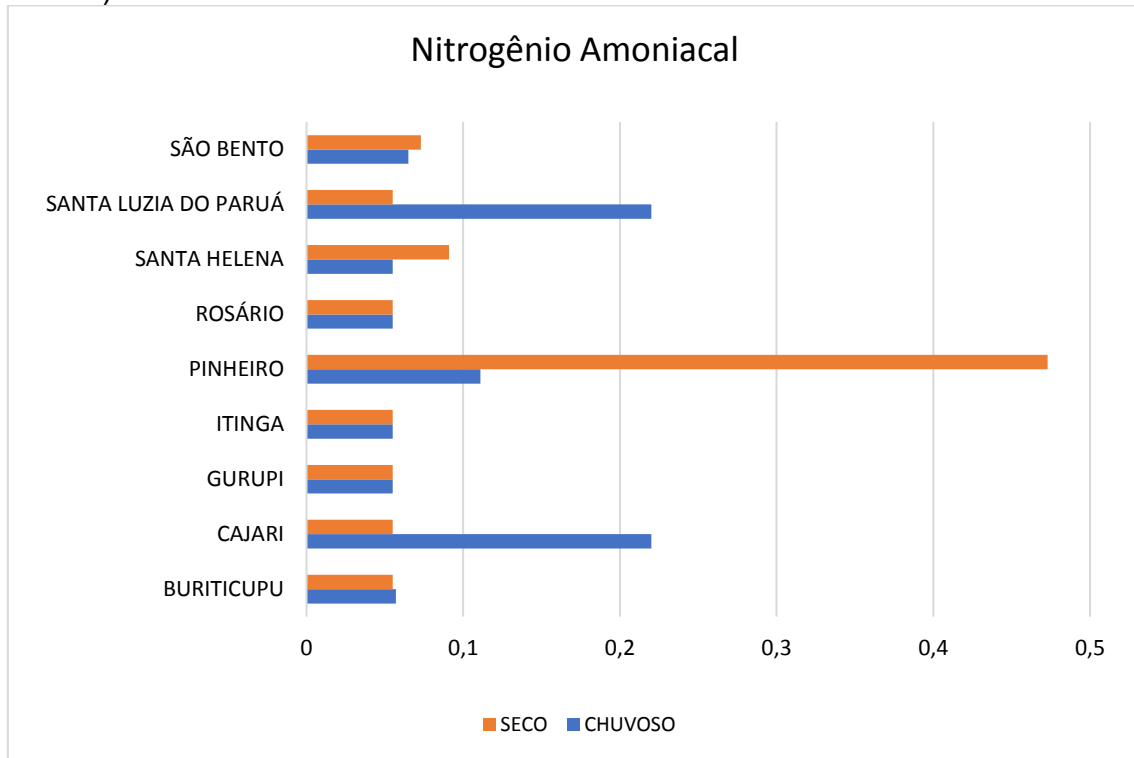
Fonte: Dados da Pesquisa (2018)

Gráfico 4 - Análise comparativa em relação a NO^2 (período chuvoso e seco)



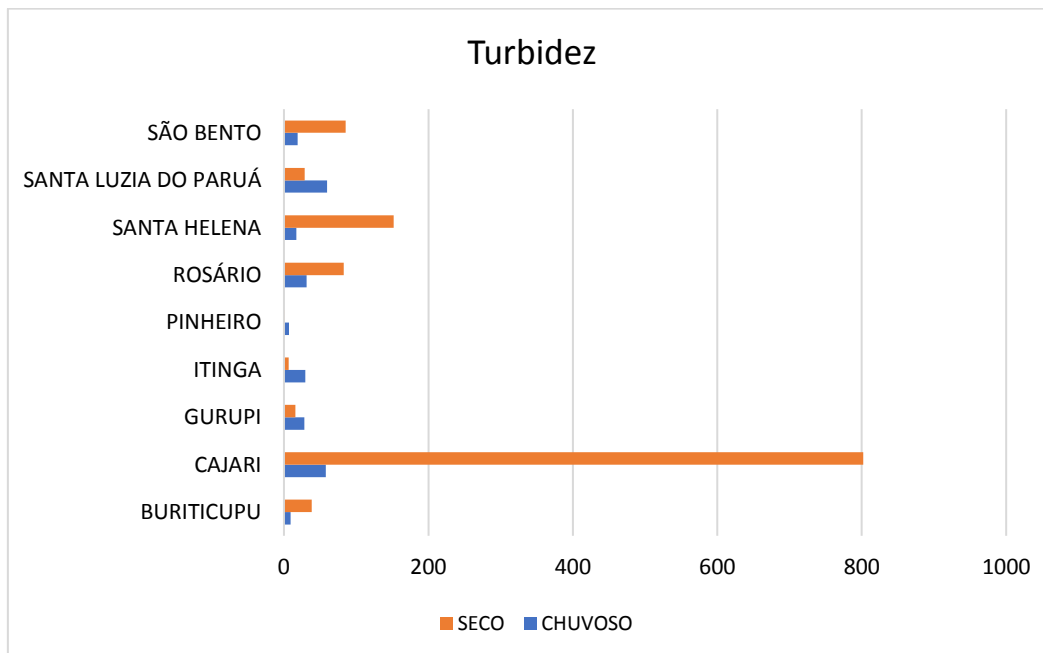
Fonte: Dados da Pesquisa (2018)

Gráfico 5 - Análise comparativa em relação a nitrogênio amoniacal (período chuvoso e seco)



Fonte: Dados da Pesquisa (2018)

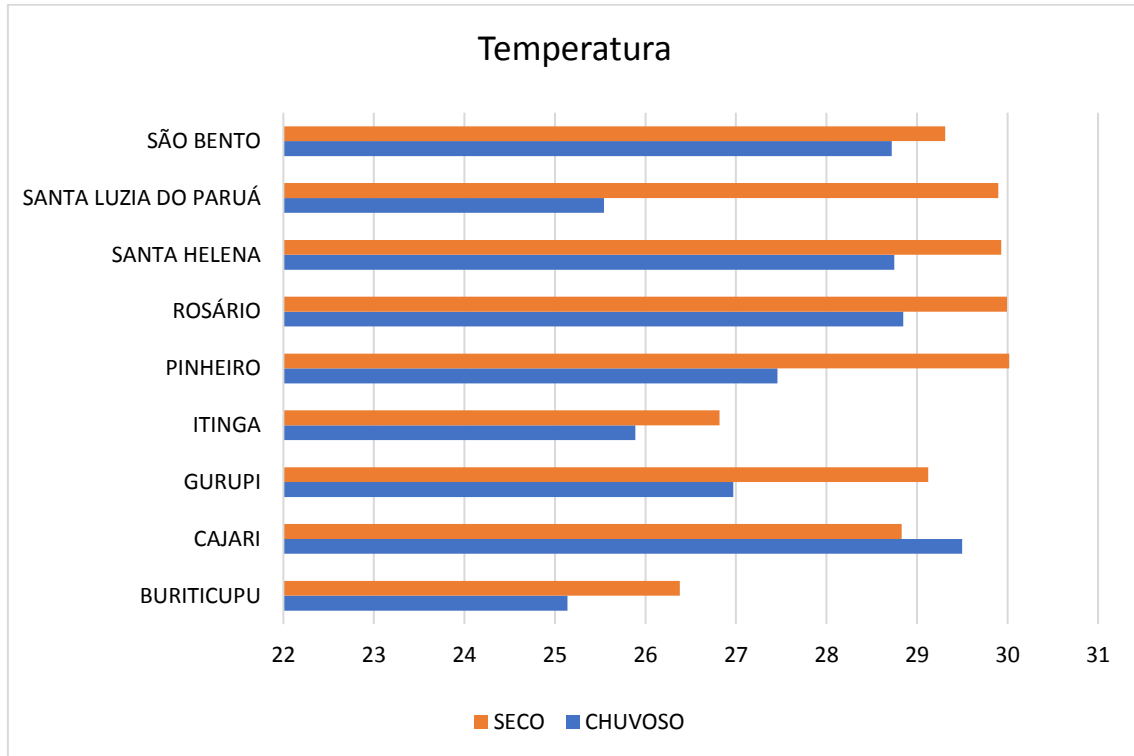
Gráfico 6 - Análise comparativa em relação a turbidez (período chuvoso e seco)



Fonte: Dados da Pesquisa (2018)

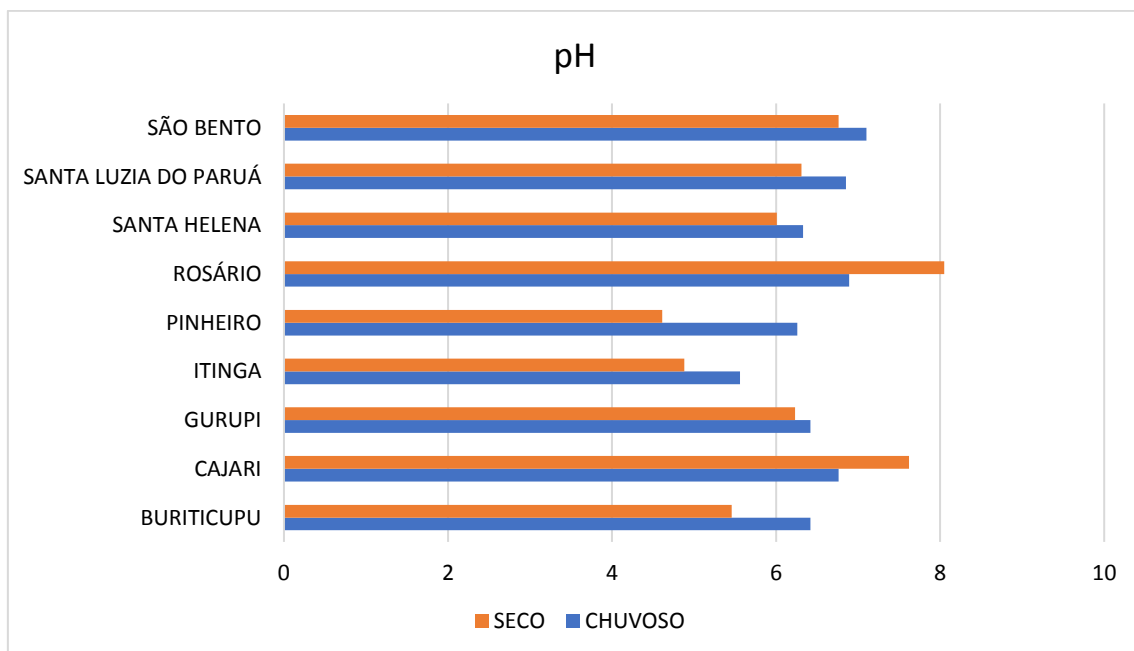
- Dados Multisonda (período chuvoso e seco)

Gráfico 7 - Análise comparativa em relação a temperatura (período chuvoso e seco)



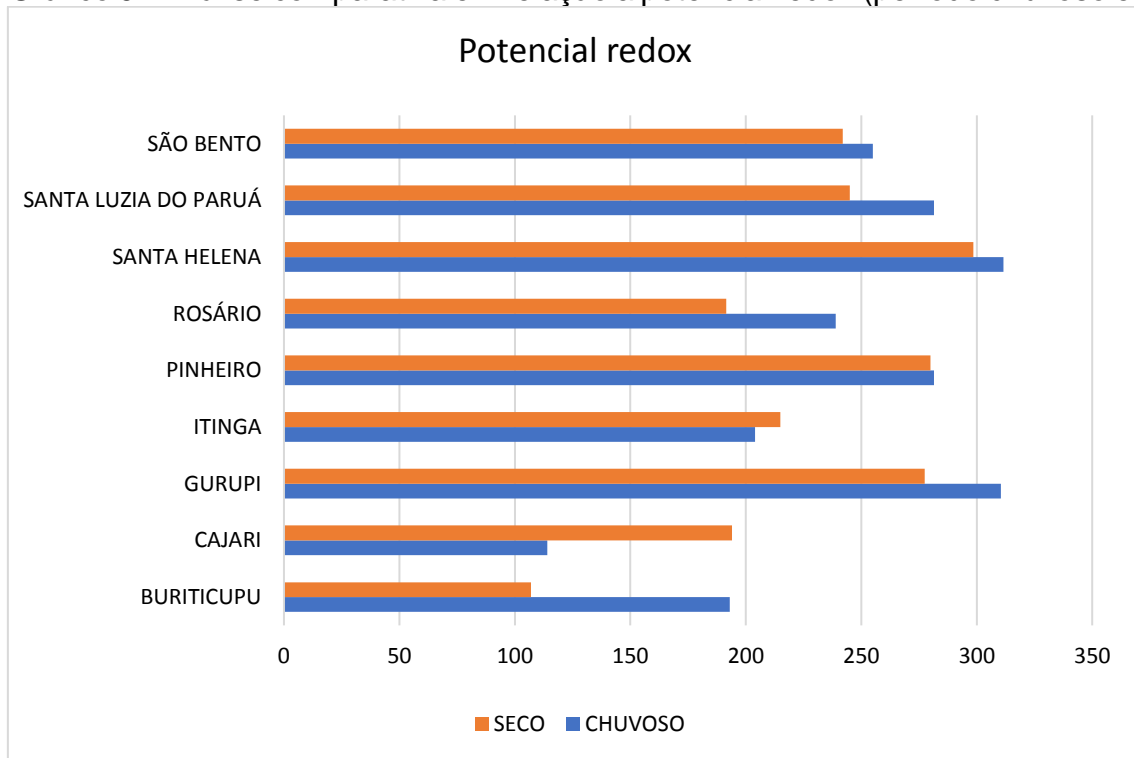
Fonte: Dados da Pesquisa (2018)

Gráfico 8 - Análise comparativa em relação a pH (período chuvoso e seco)



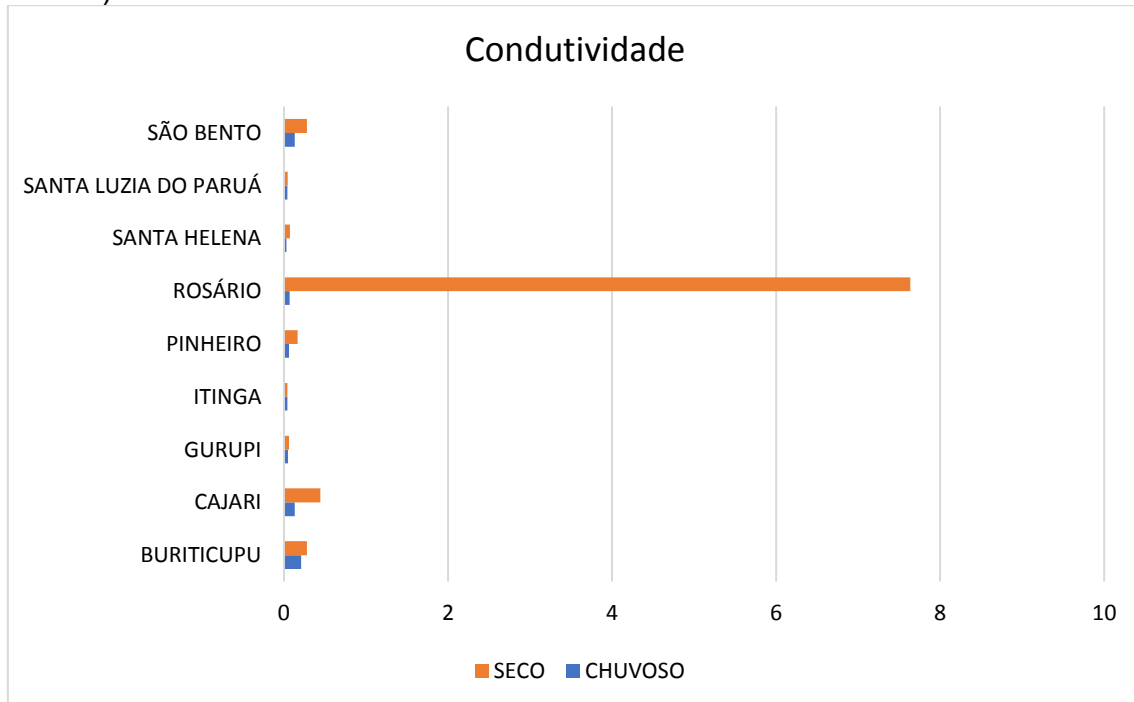
Fonte: Dados da Pesquisa (2018)

Gráfico 9 - Análise comparativa em relação a potencial redox (período chuvoso e seco)



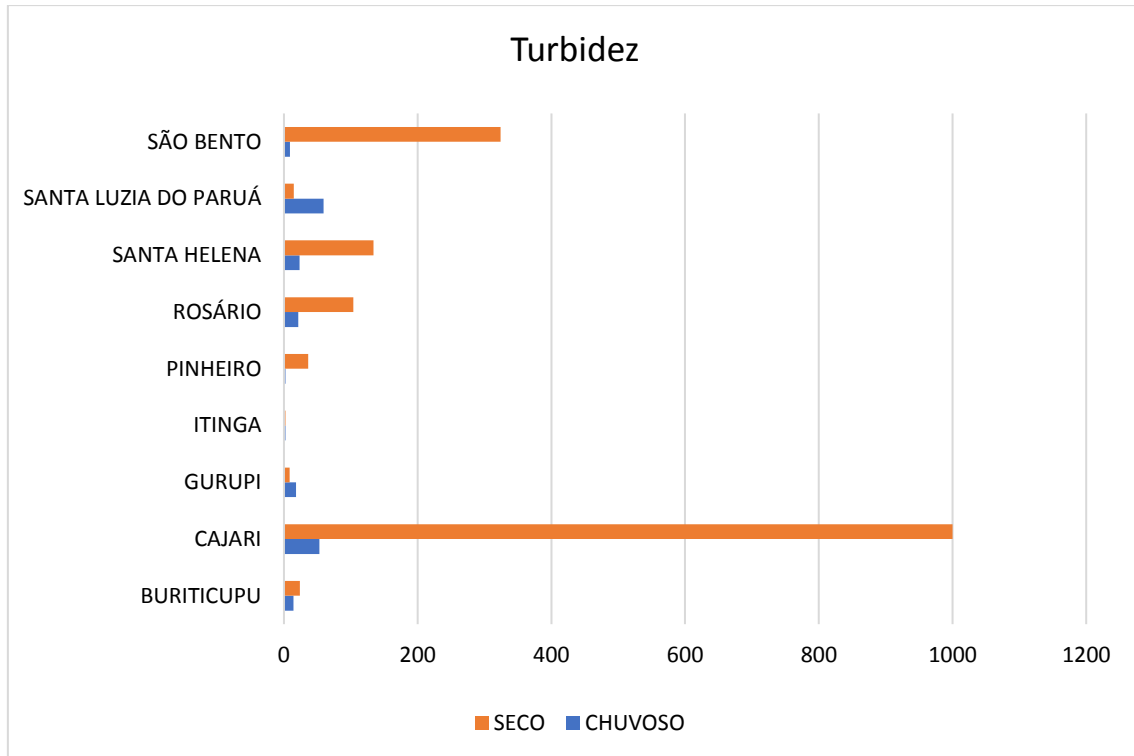
Fonte: Dados da Pesquisa (2018)

Gráfico 10 - Análise comparativa em relação a condutividade elétrica (período chuvoso e seco)



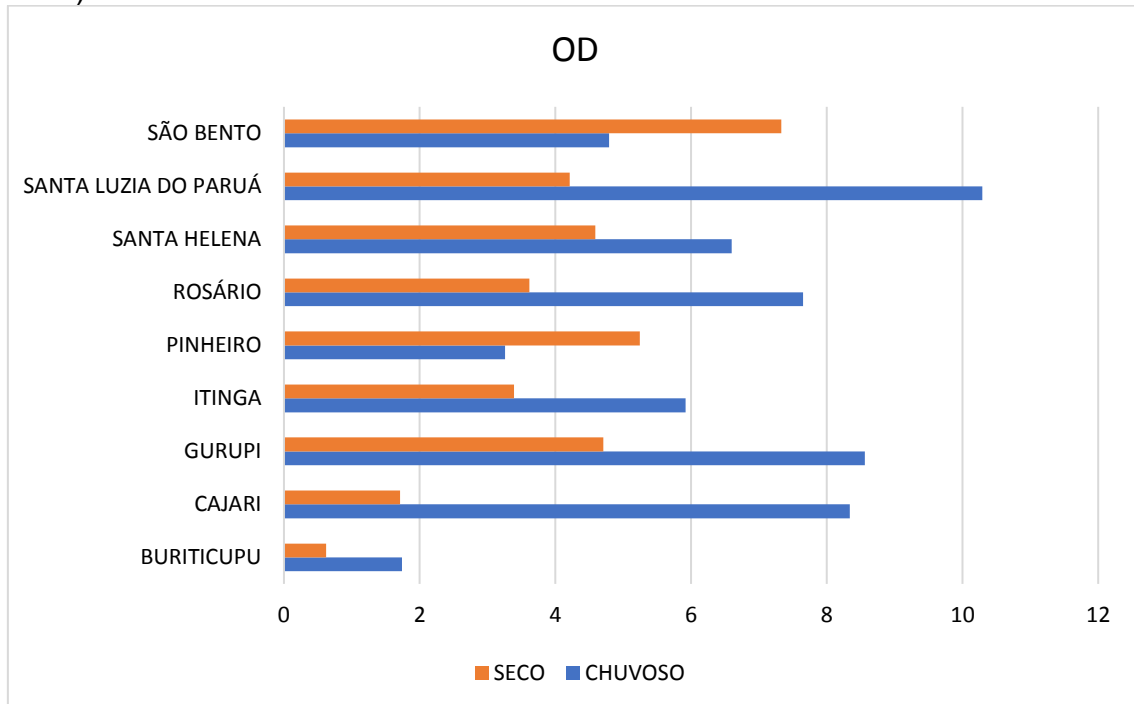
Fonte: Dados da Pesquisa (2018)

Gráfico 11 - Análise comparativa em relação a turbidez (período chuvoso e seco)



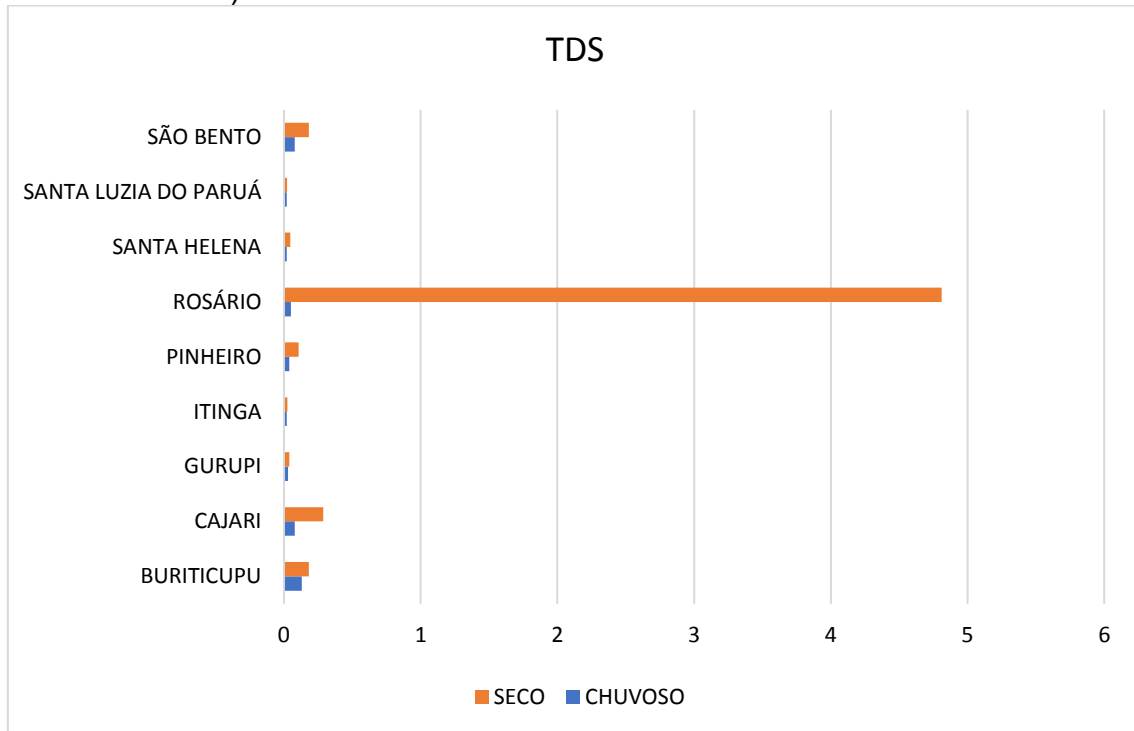
Fonte: Dados da Pesquisa (2018)

Gráfico 12 - Análise comparativa em relação a oxigênio dissolvido (período chuvoso e seco)



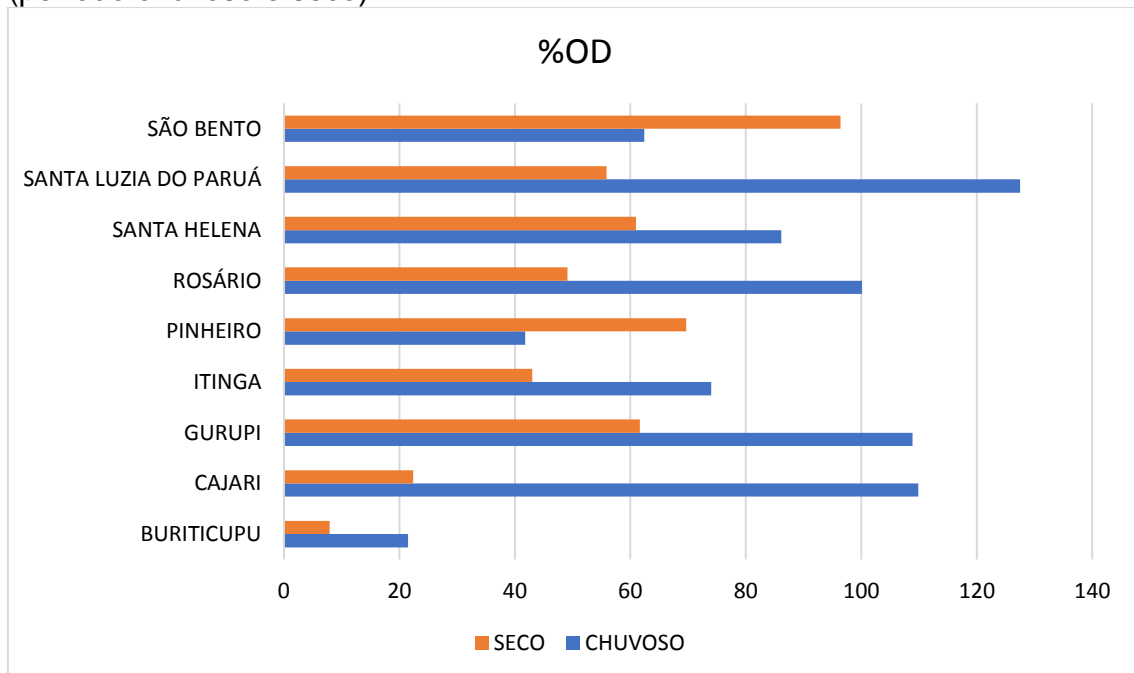
Fonte: Dados da Pesquisa (2018)

Gráfico 13 - Análise comparativa em relação a sólidos totais dissolvidos (período chuvoso e seco)



Fonte: Dados da Pesquisa (2018)

Gráfico 14 - Análise comparativa em relação a percentual de oxigênio dissolvido (período chuvoso e seco)



Fonte: Dados da Pesquisa (2018)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o intuito de minimizar as problemáticas ambientais identificadas nas bacias em estudo, apresentam-se propostas organizadas a partir de ações de monitoramento, definidas como:

- ✓ Promover ações direcionadas à mitigação dos impactos considerados reversíveis, por planos de recuperação e recomposição das condições ambientais nas bacias mais impactadas;
- ✓ Acompanhar e registrar ocorrências de impactos, para produzir um banco de dados.

REFERÊNCIAS

ANA. Agência Nacional de Águas. **Medição de descarga líquida em grandes rios: manual técnico**. Agência Nacional de Águas, 2ª ed. Brasília. 2014.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Índice de qualidade das águas**. Portal da qualidade das águas. Brasil, 2009. Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>. Acesso em: 17 jun. 2018.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Panorama da Qualidade das Águas Superficiais no Brasil**. Caderno de Recursos Hídricos. 2005.

ANDRADE, F. S. et al. Análise Físico-química e da Microbiota da Água do Lago Macurany, Parintins, Amazonas. **Biota Amazônia Open Journal System**, n. 6, p. 132-134, 2016. Disponível em: <https://periodicos.unifap.br/index.php/biota/article/view/2123/v6n2p132-134.pdf>. Acesso em: 8 jun. 2018.

ALMEIDA, M. A. B.; SCHWARZBOLD, A. Avaliação sazonal da qualidade das águas do Arroio da Cria Montenegro, RS com aplicação de um índice de qualidade de água (IQA). **RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 8, n. 1, p. 81-97, jan./mar. 2003.

BORSATTO, J. C. L. et al. **Análise da qualidade da água nos rios Tocantins e Cacao no trecho da construção da Ponte da Amizade**. Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal. 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Fundação Nacional de Saúde. Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**. Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – Brasília: Funasa, 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria n.º 2.914/2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo

humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, 2011. 34p. Disponível em:http://site.sabesp.com.br/site/uploads/file/asabesp_doctos/PortariaMS291412122011.pdf. Acesso em: 10 abr. 2018.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução CONAMA nº. 357 de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília (DF): Ministério do Meio Ambiente, 2005. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 2 jun. 2018.

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. [s.d.].

BRASIL. Decreto nº. 7.378, de 1 de dezembro de 2010. **Aprova o Macrozoneamento Ecológico-Econômico da Amazônia Legal – Macro ZEE da Amazônia Legal, altera o Decreto nº 4.297, de 10 de julho de 2002, e dá outras providências**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7378.htm. Acesso em: 10 mar. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Zoneamento Ecológico-Econômico**. 2013. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/gestao-territorial/zoneamento-territorial/item/7528-zoneamento-ecol%C3%B3gico-econ%C3%B4mico>. Acesso em: 10 jul. 2018.

CAMARGO, F. P.; LEITE, M. A.; SUZUKI, E. T.; FRANCO, R. A. M.; HERNANDEZ, F. B. T. Avaliações preliminares dos parâmetros químicos e microbiológico de dois córregos do cinturão verde (Ilha Solteira - SP). In: Congresso de Iniciação Científica da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP, 21, 2009, Ilha Solteira. **Anais...** Ilha Solteira: UNESP, 2009.

CARVALHO, R. G. As bacias hidrográficas enquanto unidades de planejamento e zoneamento ambiental no Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, n.36, Volume Especial, p. 26-43, 2014.

CONTE, M. L.; LEOPOLD, P. R. **Avaliação de recursos hídricos**: Rio Pardo, um exemplo. São Paulo: Editora UNESP, 2011, 142 p.

EUBA NETO, M. et al. Análises físicas, químicas e microbiológicas das águas do Balneário Veneza na bacia hidrográfica do Médio Itapecuru, MA. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo. 2012.

IMESC. Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos. **Situação Ambiental da Região do Alto Muni**/Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos. São Luís: IMESC, 2014. 103 p.

MACÊDO, J. A. B. 2. **Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas**. 3. ed. Belo Horizonte: Conselho Regional de Química, 2005.

MARANHÃO. **Gerência de Planejamento e Desenvolvimento Econômico.** Laboratório de Geoprocessamento. Atlas do Maranhão 2ª Edição. São Luís, 2002.

NASCIMENTO, R. F. F. **Utilização de dados MERIS e “in situ” para a caracterização bio-óptica do reservatório de Itumbiara, GO.** 2010. 91f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, 2010. Disponível em: <http://www.mtc-m19.sid.inpe.br/ol/sid.inpe.br/mtc.../2010/.../publicacao.pdf>. Acesso em: 04 jun. 2018.

ORSSATO, F. Avaliação do oxigênio dissolvido do córrego Bezerra a Monsante e a Jusante de uma estação de tratamento de esgoto sanitário, Cascavel, Paraná. In: **Revista Brasileira de Biociências.** Porto Alegre, v. 6, 2008. Suplemento.

PEIXOTO, K. L. G.; NOGUCHI, H. S.; PEREIRA, A. R.; MARCHETTO, M.; SANTOS, A. de A. Avaliação das Características Quali-Quantitativa das Águas do Rio Beem, Município de Humaitá-Amazonas. **Engineering and Science**, 2014, 2:1.

REIS, R. S.; CASSIANO, A. M.; ESPINDOLA, E. L. G. Processos sedimentares na represa do Lobo, SP: relação entre o uso do solo e a qualidade da água (117-130). In: Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental (Org.). **Recursos hidroenergéticos: usos, impactos e planejamento integrado.** Rima Editora. São Carlos, 2002. 235 p.

SANTOS, E. A.; CARVALHO, R. N. Monitoramento da Bacia Hidrográfica do Rio Munim-MA. In: Semana Estadual de Recursos Hídricos, 2., 2007. **Anais...** São Luís, 2007.

SILVA, E. V. da; RODRIGUEZ, J. M. M. Planejamento e Zoneamento de Bacias Hidrográficas: a geoecologia das paisagens como subsídio para uma gestão integrada. **Caderno Prudentino de Geografia, Presidente Prudente**, n. 36, Volume Especial, p. 4-17, 2014. Disponível em: <http://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/3170/2654>. Acesso em: 25 mar. 2018.

SANTOS, O. B.; SILVA, A. C. da. Análise e avaliação das do baixo curso da bacia do Itapecuru em Coroatá, Maranhão. In: SÁ-SILVA, J. R.; MACEDO-SILVA, W.; SANTOS, W. H. L. dos. (Org.). **Estudos em Meio Ambiente e Recursos Aquáticos.** São Luís: Editora UEMA, 2016. 296 p.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** Belo Horizonte. 1996.

FAUNA DO BIOMA AMAZÔNICO NO ESTADO DO MARANHÃO

Equipe

Tadeu G. de Oliveira; Nivaldo M. Piorski; Carlos Martínez; José M. M. Rebelo; Breno C. Lima; Vitor E. C. Moura; João C. L. Costa; Zafira S. de Almeida; Laís S. Everton; Renata S. S. Pereira; Lester A. Fox-Rosales; Rayana D. da Silva; Elienê Pontes-Araújo; Odgley Q. Vieira; Denise A. Rodrigues; Danúbio C. Pinheiro; Hauanen A. Rocha; Jony H. A. Silva.

1 INTRODUÇÃO

A composição de espécies da fauna de uma região está diretamente relacionada à sua cobertura vegetal, assim como uma série de fatores de natureza biótica e abiótica relacionadas à história evolutiva da mesma. Desempenhando uma série de funções no ambiente, a diversidade animal não deve ser tratada unicamente como uma listagem de espécies, mas de uma maneira integrada, haja vista a complexidade das interações bióticas. As faunas locais devem ser consideradas como peças de uma máquina, cuja remoção pode seriamente afetar o seu funcionamento. Isto sugere que a perda da biodiversidade pode ocasionar um desequilíbrio de consequências imprevisíveis. Os mamíferos e as aves, os dois grupos com maior variedade de espécies ameaçadas no país, por desempenharem uma série de funções, como a polinização e dispersão de muitas espécies de importância econômica, além da manutenção da diversidade biológica (EMMONS; FEER, 1998), têm função estratégica. Por exemplo, os mamíferos e aves predadoras, por estarem no topo da pirâmide ecológica, desempenham um importante papel na manutenção da diversidade de uma série de espécies da comunidade em níveis tróficos inferiores (CROOKS e SOULÉ, 1999). Este componente serve, ainda, como um excelente medidor da saúde do ecossistema em questão. Da mesma forma, as funções ecológicas desempenhadas.

Em decorrência de fortes pressões antrópicas sobre os recursos naturais no Maranhão, particularmente nas últimas décadas, grandes áreas da cobertura vegetal vêm sendo transformadas pelas atividades agropecuárias e pelo uso madeireiro. Dessa forma, os ecossistemas locais vêm sofrendo profundas mudanças na sua fisionomia, na sua estrutura e na diversidade das espécies da fauna e da flora, representando uma constante e crescente ameaça para a manutenção e preservação dos ecossistemas, impondo sérios riscos aos princípios da sustentabilidade socioeconômica e ambiental do território maranhense.

Na Amazônia maranhense, houve perda de uma área de 464,96 km² de floresta em 2013, contra 98,8 km² em 2014. De 1984 a 2009, a taxa de desmatamento da área de floresta amazônica no estado teve média de 1,62% ao ano. Até 2010, 71,05% da área amazônica do estado já havia sido desmatada. Sendo assim, restariam até então na Amazônia maranhense menos de 25% de sua cobertura vegetal, i.e., >75% da área já foi completamente desmatada (INPE, 2016). O alto índice de desmatamento registrado no Maranhão está relacionado à pouca atenção do poder público estadual e ao fato do Maranhão, entre todos os Estados da Amazônia Legal, ser o que possui o menor grau de ocupação do espaço com áreas protegidas.

A perda e fragmentação dos habitats naturais tem acarretado uma série de impactos sob a biodiversidade. Isto compromete significativamente a sobrevivência de diversas espécies da fauna e flora, expondo-as precocemente ao risco de extinção. A carência de informações científicas relevantes sobre o *status* de conservação das espécies dificulta a implementação de medidas conservacionistas adequadas, planos de ação prioritários e políticas públicas visando à sobrevivência ao longo prazo das espécies. Nesse contexto, estão os programas de levantamento e inventário da biodiversidade e a análise do *status* de conservação das espécies voltados ao estabelecimento de listas vermelhas, planos de ação das espécies ameaçadas de extinção e áreas prioritárias à conservação da biodiversidade. Estes são de extrema importância para permear a adoção de medidas conservacionistas, assegurando resguardar o patrimônio natural em escalas regional e nacional.

Não obstante a riqueza biológica e de recursos naturais e das enormes pressões sobre os mesmos no Maranhão, é fato, ainda, o baixo índice de informações levantadas sobre estes no estado, e mais ainda se considerarmos sob o aspecto do conhecimento sistemático, uma vez que o conhecimento sistematizado significa prover de base técnico-científica programas, projetos e ações de planejamento e gestão territorial. Portanto, conhecer os componentes dessa da biodiversidade, sistematizá-los e pô-los à disposição das ações de conservação e desenvolvimento sustentável é essencial para a realização de planos e programas no âmbito da gestão dos recursos naturais no estado do Maranhão.

A Amazônia maranhense está inserida dentro do centro de endemismo Belém (SILVA et al., 2005), sendo a região do Gurupi tradicionalmente considerada como refúgio pleistocênico para vários grupos taxonômicos (RYLANDS, 1990). O mesmo autor identificou 16 refúgios pleistocênicos para plantas, borboletas e aves na

Amazônia brasileira, sendo a região do Gurupi, uma delas. Especula-se que para o grupo dos mamíferos ela comporte-se da mesma forma. Por esta razão, associado ao seu estado crítico de conservação (OLIVEIRA et al., 2011), essa região foi considerada como de prioridade extremamente máxima para conservação da biodiversidade brasileira (MMA, 2016). Certamente, apenas com as coletas já realizadas, é muito provável a existência de novas espécies de praticamente todos os grupos taxonômicos. Provavelmente, a lista das espécies da Amazônia maranhense terá um incremento ainda maior com a continuidade dos inventários na região.

Um dos principais fatores de êxito para a necessária gestão dessa inestimável riqueza biológica é o conhecimento profundo desses recursos abrigados em território maranhense. A partir desse conhecimento, é possível estabelecer diretrizes de gestão mais precisas, que permitam conservar esses estoques e as paisagens que os abrigam, para que possam ser mantidos de forma permanente, considerando a especificidade de cada uma das áreas.

1.1 Objetivo Geral

Realização de estudos e compilação de dados relativos à biodiversidade da fauna maranhense voltados para a elaboração do zoneamento ecológico e econômico do bioma Amazônia no Maranhão.

1.2 Objetivos específicos

- a) Inventariar e caracterizar a fauna da região amazônica do Estado do Maranhão;
- b) Determinar as áreas onde ainda são encontradas as espécies ameaçadas de extinção e/ou de especial interesse à conservação na Amazônia maranhense;
- c) Utilizar espécies ou grupos de espécies mais suscetíveis à extinção e aos impactos impostos pelas atividades humanas no Maranhão como ferramenta para avaliar as áreas prioritárias à conservação;
- d) Estabelecer as áreas prioritárias à conservação da biodiversidade faunística na porção amazônica do Estado do Maranhão.

2 PLANO METODOLÓGICO

A notória carência de informações básicas sobre a fauna maranhense fez com que fosse imprescindível a realização de inventários para supri-la. A estes foram adicionadas informações prévias existentes, publicadas ou não. A junção destes dois fatores resultou num nível de conhecimento sem precedentes sobre a biodiversidade da porção amazônica do Maranhão.

2.1 Inventários

Toda a metodologia utilizada em campo esteve em consonância com o explicitado na Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), em seus artigos 1º, que trata da conservação da diversidade biológica e a utilização sustentável de seus componentes, artigo 6º, alínea *a* e *b*, relacionadas respectivamente ao desenvolvimento de estratégias, planos e programas para a conservação sustentável da diversidade biológica e a integração do propósito da conservação e da utilização sustentável dos recursos, bem como no art. 7º, em relação à identificação e monitoramento de componentes da diversidade biológica importantes para a conservação e sua utilização sustentável.

Foram escolhidos os grupos tradicionalmente abordados em estudos da biodiversidade, sendo estes os mamíferos, as aves, o grupo dos répteis, os anfíbios e os peixes. Estes são os grupos que detêm a maior parte das espécies de especial interesse e as ameaçadas de extinção. A estes foi incluso um grupo de invertebrado que é bom indicador biológico, o das abelhas Euglossini.

Os métodos utilizados para todos os grupos foram aqueles reconhecidamente os mais adequados e de melhor retorno na obtenção das informações desejadas. Toda a metodologia apresentada esteve voltada à obtenção de dados aplicáveis aos objetivos (para detalhamentos dos procedimentos de campo ver relatório final).

Os registros obtidos para todos os grupos foram georreferenciados, tendo todas as informações pertinentes preenchidas em planilha padronizadas que compuseram o banco de dados utilizados para as análises pertinentes (Figura 1). O trabalho fez uso dos escassos registros de literatura e de dados de bancos de dados,

assim como de inventários não publicados não obtidos pela equipe de execução ao longo dos anos de pesquisa na região amazônica do Maranhão. A estes foram inclusos dados de campo obtidos especificamente para este trabalho. Estes intentaram suprir algumas das grandes lacunas existentes para, assim, poder prover uma correta análise e caracterização.

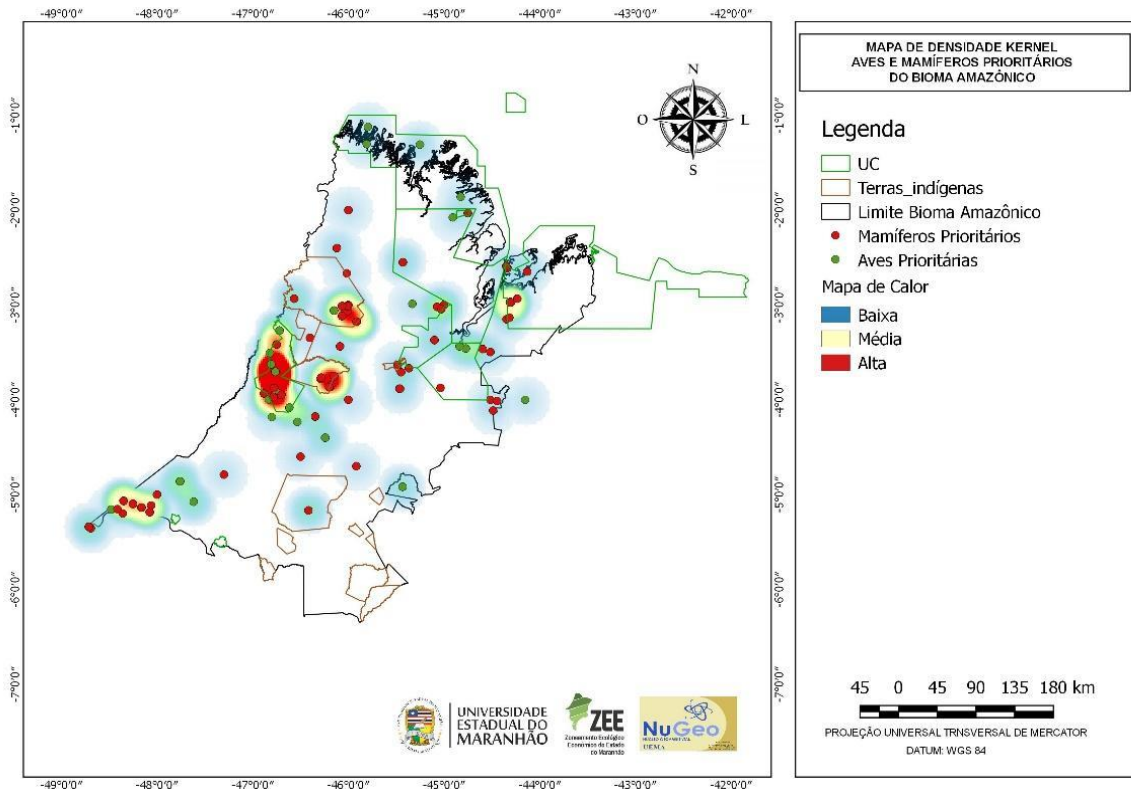
Figura 1 - Modelo do banco de dados utilizado

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
ORDEMBD	ESPECIES	GENERO	FAMILIA	ORDEM	LAT	LNG	AREA	MUNICIPIO	TAMANHO DA AREA (HA)
1	<i>Pristis pristis</i>	<i>Pristis</i>	Pristidae	Rhinopristiformes	4°48'14.75"S	45°22'34.30"O	Baixada	Mearim	N/A
2	<i>Potamotrygon motoro</i>	<i>Potamotrygon</i>	Potamotrygonidae	Rajiformes	4°48'14.75"S	45°22'34.30"O	Baixada	Mearim	N/A
3	<i>Anchovia surinamensis</i>	<i>Anchovia</i>	Engraulidae	Clupeiformes	3°18'11.65"S	45°9'58.40"O	Baixada	Penalva	N/A
4	<i>Anchovia surinamensis</i>	<i>Anchovia</i>	Engraulidae	Clupeiformes	3°14'11.82"S	45°4'51.10"O	Baixada	Viana	N/A
5	<i>Anchovia surinamensis</i>	<i>Anchovia</i>	Engraulidae	Clupeiformes	3°18'2.25"S	45°11'42.18"O	Baixada	Cajari	N/A
6	<i>Anchovia surinamensis</i>	<i>Anchovia</i>	Engraulidae	Clupeiformes	2°39'52.84"S	45°1'47.74"O	Baixada	Pericumã	N/A
7	<i>Pterengraulis otherinoides</i>	<i>Pterengraulis</i>	Engraulidae	Clupeiformes	4°48'14.75"S	45°22'34.30"O	Baixada	Mearim	N/A
8	<i>Pellona castelnaeana</i>	<i>Pellona</i>	Pristigasteridae	Clupeiformes	4°48'14.75"S	45°22'34.30"O	Baixada	Mearim	N/A
9	<i>Megalops atlanticus</i>	<i>Megalops</i>	Megalopidae	Elopiiformes	4°48'14.75"S	45°22'34.30"O	Baixada	Mearim	N/A
10	<i>Acestrorhynchus falcatus</i>	<i>Acestrorhynchus</i>	Acestrorhynchidae	Characiformes	3°18'11.65"S	45°9'58.40"O	Baixada	Penalva	N/A
11	<i>Acestrorhynchus falcatus</i>	<i>Acestrorhynchus</i>	Acestrorhynchidae	Characiformes	3°14'11.82"S	45°4'51.10"O	Baixada	Viana	N/A
12	<i>Acestrorhynchus falcatus</i>	<i>Acestrorhynchus</i>	Acestrorhynchidae	Characiformes	3°18'2.25"S	45°11'42.18"O	Baixada	Cajari	N/A
13	<i>Acestrorhynchus falcatus</i>	<i>Acestrorhynchus</i>	Acestrorhynchidae	Characiformes	2°39'52.84"S	45°1'47.74"O	Baixada	Pericumã	N/A
14	<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	<i>Acestrorhynchus</i>	Acestrorhynchidae	Characiformes	3°18'11.65"S	45°9'58.40"O	Baixada	Penalva	N/A
15	<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	<i>Acestrorhynchus</i>	Acestrorhynchidae	Characiformes	3°14'11.82"S	45°4'51.10"O	Baixada	Viana	N/A
16	<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	<i>Acestrorhynchus</i>	Acestrorhynchidae	Characiformes	3°18'2.25"S	45°11'42.18"O	Baixada	Cajari	N/A
17	<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	<i>Acestrorhynchus</i>	Acestrorhynchidae	Characiformes	2°39'52.84"S	45°1'47.74"O	Baixada	Pericumã	N/A
18	<i>Acestrorhynchus heteralepis</i>	<i>Acestrorhynchus</i>	Acestrorhynchidae	Characiformes	3°18'11.65"S	45°9'58.40"O	Baixada	Penalva	N/A
19	<i>Acestrorhynchus heteralepis</i>	<i>Acestrorhynchus</i>	Acestrorhynchidae	Characiformes	3°14'11.82"S	45°4'51.10"O	Baixada	Viana	N/A
20	<i>Acestrorhynchus heteralepis</i>	<i>Acestrorhynchus</i>	Acestrorhynchidae	Characiformes	3°18'2.25"S	45°11'42.18"O	Baixada	Cajari	N/A
21	<i>Acestrorhynchus microlepis</i>	<i>Acestrorhynchus</i>	Acestrorhynchidae	Characiformes	4°48'14.75"S	45°22'34.30"O	Baixada	Mearim	N/A
22	<i>Leporinus friderici</i>	<i>Leporinus</i>	Anostomidae	Characiformes	4°48'14.75"S	45°22'34.30"O	Baixada	Mearim	N/A
23	<i>Leporinus sp.</i>	<i>Leporinus</i>	Anostomidae	Characiformes	3°18'11.65"S	45°9'58.40"O	Baixada	Penalva	N/A
24	<i>Leporinus sp.</i>	<i>Leporinus</i>	Anostomidae	Characiformes	3°14'11.82"S	45°4'51.10"O	Baixada	Viana	N/A
25	<i>Leporinus sp.</i>	<i>Leporinus</i>	Anostomidae	Characiformes	3°18'2.25"S	45°11'42.18"O	Baixada	Cajari	N/A
26	<i>Leporinus sp.</i>	<i>Leporinus</i>	Anostomidae	Characiformes	2°39'52.84"S	45°1'47.74"O	Baixada	Pericumã	N/A

2.2 Análises

Todos os registros que integraram o Banco de Dados foram tratados como únicos em cada ponto de amostragem, independentemente da abundância dessas espécies. Para a escolha das áreas prioritárias, foram criados mapas temáticos utilizando a análise de densidade de Kernel das espécies consideradas prioritárias (Figura 2). Todos os mapas nessa etapa foram criados com o *software* QGIS 3.6 (QUANTUM GIS DEVELOPMENT TEAM). Consideramos como prioritárias todas as espécies presentes na listagem nacional de espécies ameaçadas de extinção (Portarias MMA 444 e 445 de 18 de dezembro de 2014), assim como aquelas assim consideradas mundialmente pela IUCN (www.iucnredlist.org). A estas adicionamos aquelas consideradas endêmicas, raras ou de especial interesse à conservação (p.ex., aquelas superexploradas). Desta forma, as áreas consideradas prioritárias foram aquelas com maior incidência destas espécies.

Figura 2 - Modelo de mapas plotados para estabelecimento de áreas prioritárias



2.3 Integração entre os ZEE Amazônia e ZEE Cerrado

Fazer as análises das áreas mais importantes por grupos taxonômicos ou espécies separadamente por biomas poderá levar a distorções para espécies/grupos de distribuição ampla. Assim, como as análises atuais englobam apenas a porção amazônica, os resultados poderão ser alterados quando comparados com análises que considerem os dois biomas simultaneamente. Isto só não seria aplicável para as espécies, exclusivamente, amazônicas. Desta forma, quando da realização das análises do ZEE-Cerrado realizaremos uma análise integrada e geral para todo o Maranhão. Do ponto de vista biológico, as análises da componente fauna não apresentariam resultados iguais para as análises feitas separadamente (ZEE-Amazônia + ZEE-Cerrado), nem tampouco representaria a situação ideal quando compradas com uma análise integrada (ZEE-Maranhão). Isto seria notório principalmente para a determinação das áreas prioritárias e para as análises envolvendo modelagem de nicho. As análises comparativas que fizemos para algumas espécies de ocorrência ampla demonstraram isto. Sendo assim, a

modelagem de nicho ficou postergada para quando das análises integradas. Desta forma, os resultados das análises por hora apresentadas para a porção amazônica do Maranhão poderão sofrer alterações.

3 CARACTERIZAÇÃO FAUNÍSTICA

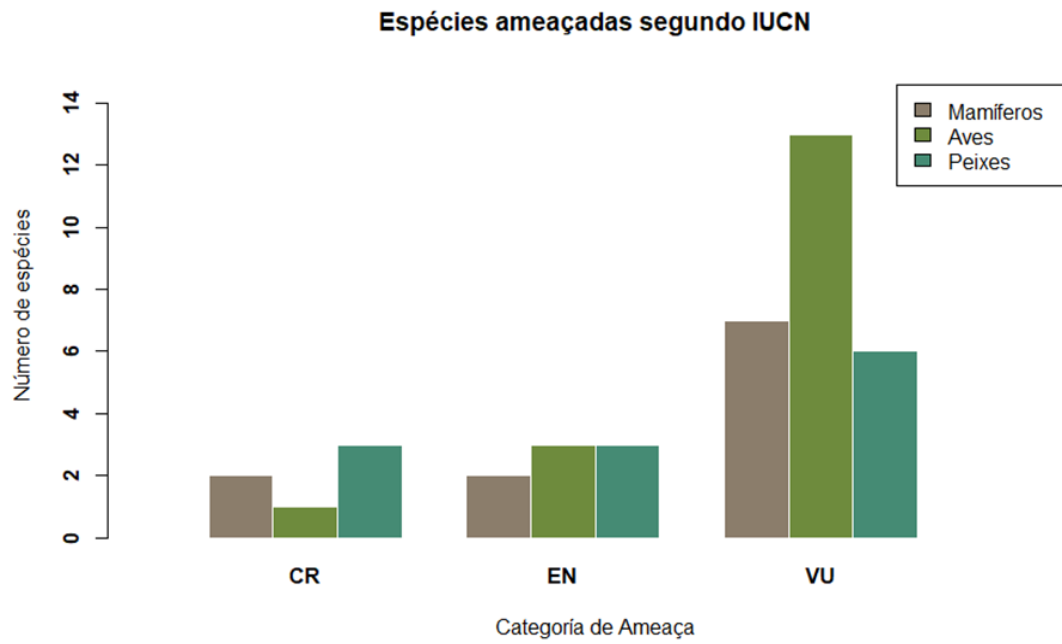
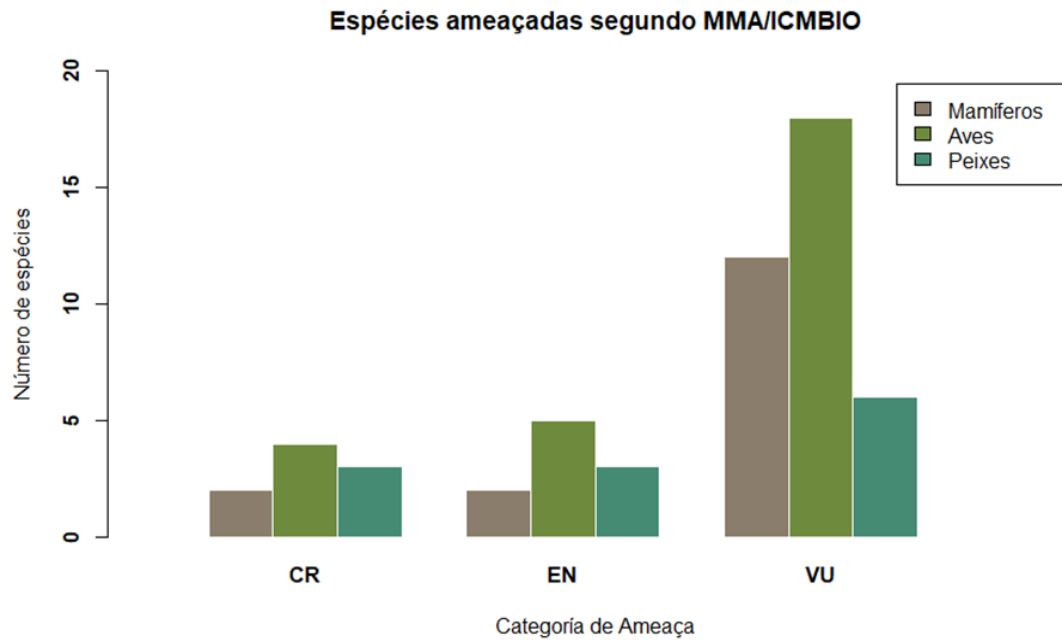
O número total de registros utilizados para as análises dos grupos alvos foi de 23.123. Consideramos os resultados obtidos bastante expressivos e satisfatórios. Destes, sobressaem-se o das aves, seguidas por peixes e mamíferos. Já o grupo dos répteis e anfíbios, e abelhas Euglossini, apresentaram uma quantidade bem mais limitada, refletindo uma maior carência de informações disponíveis destes grupos (Tab. 01). O número de registros de aves se destaca dos demais pela facilidade de obtenção de registros, pois estes não são realizados apenas por pesquisadores, mas também incluem os “ornitólogos amadores”, que depositam suas observações em bancos de dados específicos (Wikiaves). Já no extremo oposto, no caso das abelhas, tratou-se de apenas uma única família, mas de relevância para conservação (SILVA; REBELO, 1999).

Tabela 1 - Registros das espécies e grupos avaliados que compõem o banco de dados utilizados para as análises do ZEE-Amazônia

GRUPOS	ESPÉCIES	ORDENS	FAMÍLIAS	LOCALIDADES	REGISTROS
Mamíferos	136	12	42	55	1855
Aves	697	26	78	59	18285
Herpetofauna	167	7	37	18	684
Peixes	348	26	84	29	2195
Abelhas Euglossini	52	1	1	7	104

O número total de espécies ameaçadas de extinção que fazem parte da listagem nacional (MMA 2014) é de 55 espécies, sendo 16 mamíferos, 27 aves e 12 peixes. Quanto ao status de ameaça, teríamos nove Criticamente em Perigo (CR), 10 Em Perigo (EN) e 36 Vulnerável (VU) (Figura 03). Desta forma, na porção amazônica do Maranhão, estariam presentes 6,3% das espécies brasileiras ameaçadas de extinção. Quatro destas são exclusivas da Amazônia tocantina e centro de endemismo Belém, estando todas em situação crítica de risco (maiores detalhes a seguir).

Figura 3 - Números de espécies registradas por categorias de ameaça a nível nacional e internacional



4 MAMÍFEROS

Existe confirmação de 126 espécies pertencentes a 36 famílias de 11 ordens de mamíferos na Amazônia do Maranhão. As ordens com maior representatividade foram a dos morcegos, roedores, carnívoros e marsupiais didelfimorfos, com 47, 21, 17 e 15 espécies, respectivamente. Desta forma, as 77 espécies não-voadoras da Amazônia maranhense representariam 14,6% da diversidade de espécies de mamíferos terrestres não-voadores do Brasil e 30,4% daquelas da porção amazônica. A composição das espécies da Amazônia maranhense, conforme o esperado, foi tipicamente amazônica. Entretanto, pôde-se observar a presença de algumas espécies tradicionalmente associadas com outros biomas, tais como *Gracilinanus agilis*, *Monodelphis americana* e *Conepatus semistriatus* (OLIVEIRA et al., 2007). Estes poderiam ser alguns exemplos das peculiaridades biogeográficas resultantes da transicionalidade do Maranhão. Para o grupo dos mamíferos, não foram observadas particularidades por áreas, pois a composição faunística apresentou-se bem homogênea para toda Amazônia maranhense.

O percentual de espécies endêmicas da Amazônia foi de apenas 21,3% sendo, portanto, a maioria das espécies de ocorrência mais abrangente. O nível de endemismo da região amazônica brasileira como um todo é de 58,6% (205 espécies das 350 encontradas), das quais 88% compreendem roedores, morcegos e primatas.

4.1 Mamíferos Ameaçados, Endêmicos, Raros e de Especial Interesse

Um total de 16 espécies (12,7%) são consideradas nacionalmente e/ou globalmente ameaçadas de extinção. Destas, sete (43,8%) são da Ordem Carnívora, das quais cinco (31,3% do total ameaçado) são felinos. De extrema relevância à conservação, ao nível global, está o fato de a Amazônia maranhense ser a área mais importante para sobrevivência de duas espécies de primatas, ambas extremamente ameaçadas e endêmicas da Amazônia oriental, o cairara Ka'apor (*Cebus kaapori*) e o cuxiú-preto (*Chiropotes satanás*) (Figura 04). Dentre os edentados ameaçados, tanto *Myrmecophaga tridactyla* (tamanduá-bandeira) quanto *Priodontes maximus* (tatu-canastra) (Figura 05) aparentam ser bastante raros e em situação precária no Estado. Já nos carnívoros, a situação mais crítica é a de *Pteronura brasiliensis* (ariranha), a

qual chegou até mesmo a ser considerada como possivelmente extinta no Estado (OLIVEIRA, 1997). Sua ocorrência atual no Maranhão parece estar restrita principalmente à região do Gurupi (OLIVEIRA, 2007). Entretanto, Silva Júnior (com. pess. 2011) observou a presença de alguns indivíduos em cinco localidades situadas no interflúvio Mearim-Grajaú. Um mapa com as localidades demonstra a distribuição das espécies prioritárias na Amazônia maranhense de acordo com os levantamentos do trabalho (Figura 6).

Figura 4 - Espécies de primatas criticamente ameaçadas registradas na Reserva Indígena Caru, na região do Gurupi: A) cuxiú-preto e B) cairara Ka'apor



Fonte: Oliveira, [s.d.]

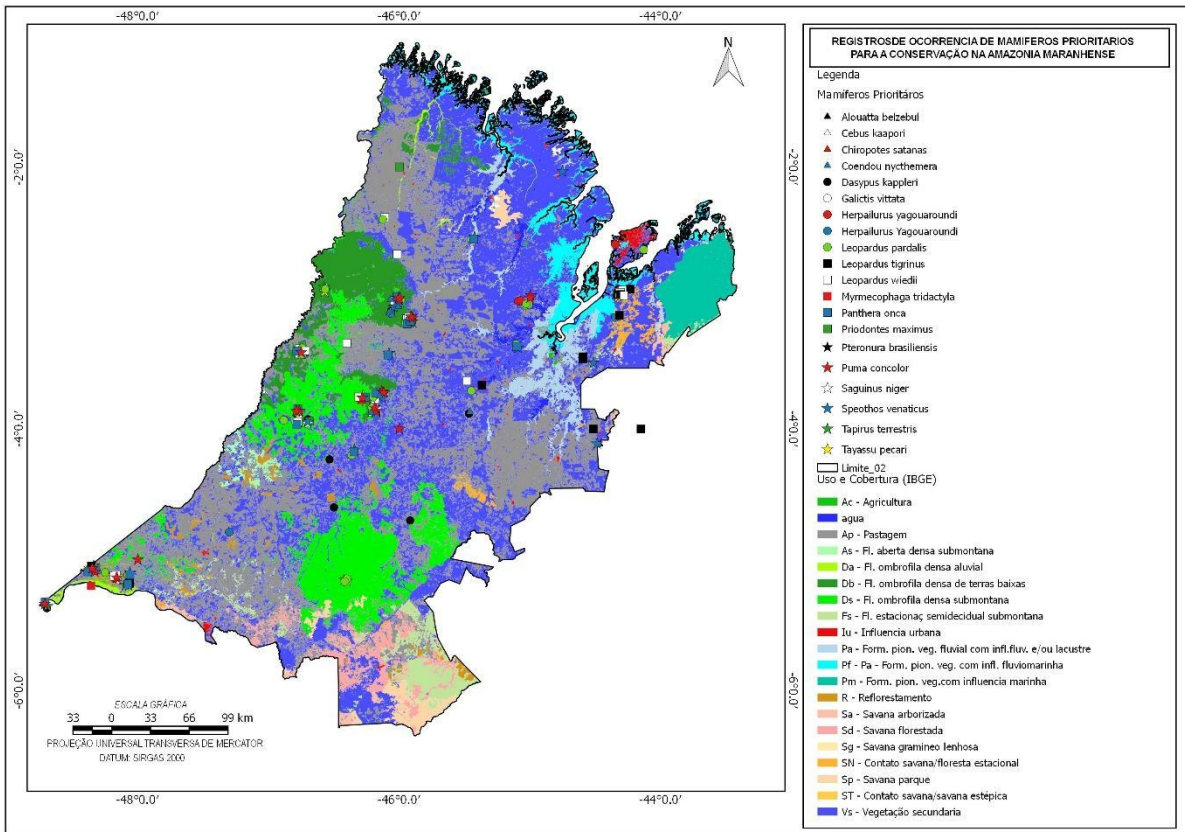
Figura 5 - Espécies ameaçadas de edentados registradas na Reserva

Biológica do Gurupi: A) tamanduá-bandeira e B) tatu-canastra



Fonte: CENAP/ICMBIO (2015)

Figura 6 - Mapa de ponto com localidades das espécies de mamíferos prioritários



5 AVES

A Amazônia Maranhense encontra-se na sua totalidade dentro do Centro de Endemismo Belém, o mais oriental dos oito Centros de Endemismo para a avifauna identificados por SILVA et al. (2005). Um total de 550 espécies de aves encontram-se no setor maranhense desta região.

O Centro de Endemismo Belém é ao mesmo tempo o de menor superfície e o mais gravemente desmatado de toda a Amazônia (CELENTANO et al., 2017), de onde diversos taxa endêmicos estão sob diferentes graus de ameaça de extinção. Outros taxa não endêmicos encontram-se ameaçados de extinção regionalmente (LIMA et al., 2014). Mais de metade das 46 espécies ameaçadas de extinção na Amazônia estão presentes no Centro de Endemismo Belém. Alguns exemplos são *Guaruba guarouba*, *Harpia harpyja*, *Crax fasciolata pinima* e *Psophia obscura*.

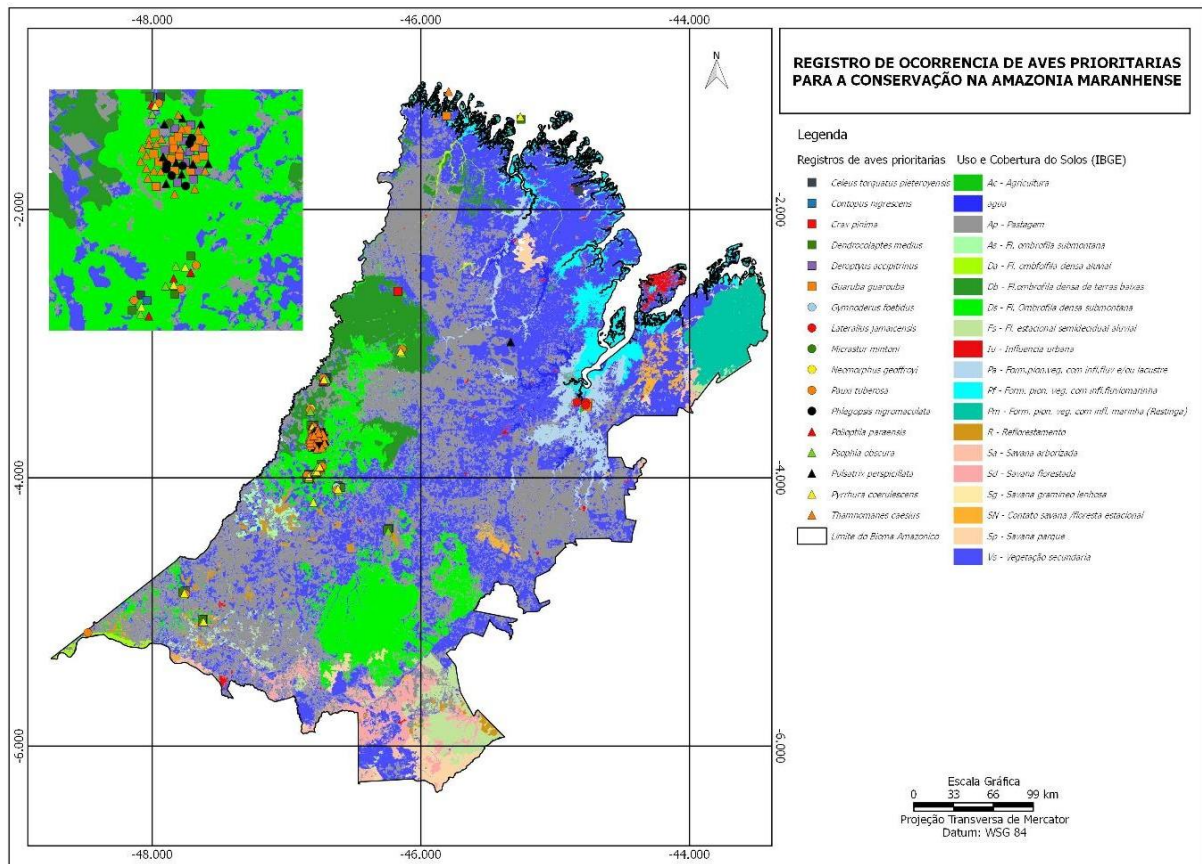
A maior parte dos remanescentes florestais do Centro encontram-se na região conhecida como Mosaico Gurupi, ou “região do Gurupi”, um conjunto de Unidades de Conservação e Terras Indígenas na margem do Rio Gurupi, entre o

Maranhão e o Pará, porém com a maior parte das unidades em território maranhense. Todos os taxa endêmicos, e a maior parte dos ameaçados encontram-se nesta região. A importância da preservação dessas áreas é crítica para as aves amazônicas maranhenses. A maior parte da diversidade ornitológica da Amazônia Maranhense ocorre neste Mosaico Gurupi. Então, esta área constituiria na de maior prioridade para a preservação da avifauna amazônica maranhense.

Entretanto, há diferenças geográficas na composição da avifauna, existindo outras regiões com particularidades biogeográficas que precisam ser levadas em conta para que a política de preservação da diversidade ornitológica seja completa. Essas regiões são as seguintes (Figura 7):

- Extremo ocidental do Maranhão, particularmente a região compreendida entre Açailândia e São Pedro da Água Branca, onde se encontra uma avifauna que, embora característica do Centro Belém, apresenta alguns elementos em comum com o Centro Xingu, que se encontra ao outro lado do Rio Tocantins. O estado de preservação da floresta nessa região é, infelizmente, muito precário. Todos os taxa endêmicos e alguns ameaçados encontram-se nessa região;
- Extremo norte do Maranhão, entre Godofredo Viana, Cândido Mendes, Cururupu e Mirinzal. Esta região corresponde ao extremo oriental de toda a Amazônia, e apresenta particularidades relacionadas com a transição com os ecossistemas costeiros e a ocorrência de enclaves de cerrado formando um mosaico com os remanescentes florestais. Também é singular a combinação de remanescentes de mata de terra firme e grandes florestas de várzea bem preservadas. Alguns dos taxa endêmicos e ameaçados se encontram nesta região. Embora esteja maioritariamente desmatada, existem alguns remanescentes florestais de certa importância;
- Baixada Ocidental Maranhense, especialmente os municípios de Arari, Viana, Pinheiro, Penalva, Monção e Vitória do Mearim. Região de grande interesse para a preservação de aves aquáticas, e da transição entre ambientes alagados e remanescentes florestais.

Figura 7 - Pontos de ocorrência das aves prioritárias na Amazônia maranhense



6 HERPETOFAUNA (grupo dos répteis e anfíbios)

No atual status de conhecimento da Amazônia maranhense, são confirmadas 35 espécies de 11 famílias de lagartos. Dentre as famílias mais representativas, estão *Gymnophthalmidae*, *Teiidae*, *Tropiduridae* e *Dactyloidae*, respectivamente com oito, cinco, cinco e quatro espécies. A composição da fauna de lagartos é similar a observada para a área de Endemismo Belém, para a qual são registradas 39 espécies pertencentes a 11 famílias (PRUDENTE et al., 2018). O número de espécies amostradas por municípios na área da Amazônica no estado está restrito a duas áreas principais, uma incluindo os municípios Centro Novo do Maranhão, Bom Jardim, Junco Novo e Arari, respectivamente com 17, 15, 14 e 12 espécies, e outra composta pelos municípios de Estreito e Carolina, com 12 e 11 espécies. Isto demonstra a necessidade de maior esforço amostral para a fauna de lagartos que ainda permanece pobremente conhecida na maioria dos municípios. Como observado em outros grupos animais, a fauna de lagartos apresenta uma composição de áreas de ecótonos, resultado da transicionalidade do Maranhão, com

pelo menos cinco espécies que fazem limite com a Amazônia do Maranhão, Cerrado e Caatinga. Exemplos disto são as espécies *Coleodactylus meridionalis*, *Colobosaura modesta*, *Micrablepharus maximiliani*, *Phyllopezus pollicaris*, *Salvator merianae* e *Tropidurus oreadicus*.

A única espécie considerada endêmica para o centro de endemismo Belém é *Stenocercus dumerilii* (PRUDENTE et al., 2018), contudo, esta espécie também é registrada para os municípios de Santa Quitéria do Maranhão, Sucupira do Norte (RIBEIRO-JÚNIOR, 2015) e Urbano Santos (ANDRADE et al., 2003) que estão fora da área de endemismo e dentro dos biomas limítrofes.

Além de lagartos, foram registrados os demais grupos da herpetofauna da Amazônia Maranhense, tais como os grupos de serpentes, crocodilos, quelônios, bem como anfíbios. Cerca de 85 espécies distribuídas em aproximadamente 25 famílias, as quais destacaram-se: *Colubridae* e *Dipsadidae*; *Alligatoridae*; *Testudinidae*; *Hylidae* e *Leptodactylidae*. No total, o banco de dados amalhado neste estudo indica a presença de 167 espécies dos grupos dos répteis e anfíbios já registradas para a porção amazônica do Maranhão.

A única região bem amostrada para este grupo na porção Amazônica do Maranhão é a Ilha de São Luís, onde estudos de monitoramento indicaram a presença de 74 espécies do grupo dos anfíbios e répteis, entre as quais 25 são de anfíbios, 17 de lagartos, 24 de serpentes, quatro de anfisbenas, três de tartarugas e uma de jacaré (PAVAN 2015). Isto representaria 44% das espécies destes grupos presentes no banco de dados deste estudo.

7 PEIXES

7.1 Peixes continentais

A ictiofauna dos rios do Estado do Maranhão ainda é relativamente pouco conhecida. Essa deficiência é, em parte, devida principalmente à ausência de estudos taxonômicos e ecológicos apesar de alguns trabalhos desenvolvidos nos últimos dez anos (PIORSKI et al., 2007; BARROS et al., 2011; RAMOS et al., 2014; PIORSKI et al., 2017).

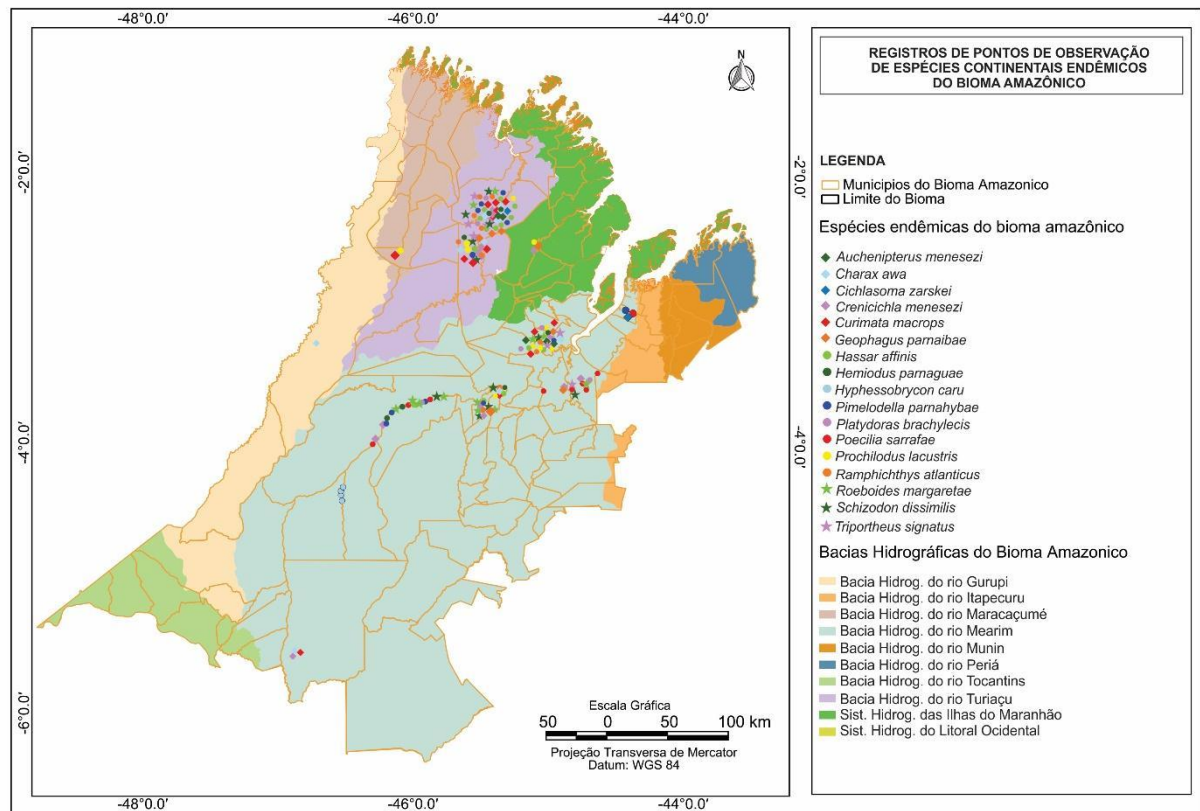
A análise do banco de dados disponíveis indicou que a ictiofauna maranhense é composta por 160 espécies distribuídas entre as diferentes bacias hidrográficas, representando 12 ordens e 39 famílias (Figura 8). Destas, 36 são

consideradas endêmicas para os rios do Estado, das quais 19 possuem registros na Amazônia Maranhense.

A ocorrência de espécies endêmicas nas bacias dos rios Mearim, Pindaré e Turiaçu, tais como, *Platydoras brachylecis*, *Charax awa*, *Hyphessobrycon piorskii*, *Hyphessobrycon caru*, *Cichlasoma zarskei*, *Rhamphichthys atlanticus*, *Auchenipterus menezesi* e *Roeboides sazimai* sugerem que essas áreas, em conjunto com as drenagens de cabeceiras inseridas no interior de terras indígenas, devem ser consideradas áreas prioritárias para a conservação e investimento em trabalhos de levantamento da biodiversidade. Já a presença de espécies de pequeno porte, capturadas em riachos da Aldeia Maracaçumé, tais como, *Corydoras* spp, *Farlowella* sp e indivíduos da família *Bunocephalidae* sugerem a ocorrência de espécies novas na região.

Dentre os táxons registrados para as drenagens da Amazônia Maranhense, nenhum faz parte da *Portaria Nº445/2014 do Ministério do Meio Ambiente*, que lista as espécies de invertebrados aquáticos e peixes reconhecidos como ameaçados de extinção. Nesta portaria, apenas quatro espécies de água doce são listadas com provável ocorrência no Estado do Maranhão: *Sartor tucuruense*, *Aguarunichthys tocantinsensis*, *Crenicichla jegui* e *Teleocichla cinderella*. Estas são citadas para a bacia do Rio Tocantins, podendo ocorrer na parte maranhense desta bacia. Dentre as espécies identificadas, observa-se que a maioria é classificada como de baixa vulnerabilidade. Por outro lado, 35% das espécies são consideradas de vulnerabilidade moderada a alta, correspondendo àquelas de maior valor comercial, tais como, *Sorubim lima* bico-de-pato, *Pellona flavipinnis* arenga, *Pseudoplatystoma fasciatum* surubim e *Hemisorubim platyrhynchos* mandubé.

Figura 8 - Ocorrência de peixes continentais endêmicos



A análise da lista de espécies sugere a ocorrência de grupos sem nenhum registro para o Maranhão, tais como *Gymnocorymbus*, *Microglanis* e *Batrochoglanis*, podendo representar novos táxons para a região. *Gymnocorymbus* é um gênero com poucas espécies, ocorrendo desde a bacia do Rio Paraguai até Trinidad e Tobago. *Microglanis*, por outro lado, compreende várias espécies e possui a distribuição mais ampla dentre os Pseudopimelodídeos (SHIBATTA, 2003). *Batrochoglanis*, apesar de apresentar distribuição mais restrita do que *Microglanis*, ocorre em várias drenagens do norte da América do Sul.

A identificação dessas espécies ressalta a importância do Rio Gurupi como área de transição entre a bacia do Amazonas e as demais drenagens a leste desta. Do mesmo modo, a confirmação de novos táxons sustenta a importância da região como área de endemismo para peixes de água doce.

7.2 Peixes marinho-estuarinos

O litoral ocidental do Maranhão é caracterizado por um conjunto de rias denominado Reentrâncias Maranhenses. Por se constituir um importante ecocomplexo de muitos componentes, a região, dentro do Sistema de Unidades de Conservação do Brasil é enquadrada e legalizada como Área de Proteção Ambiental das Reentrâncias Maranhenses, incluindo a Reserva Extrativista Marinha (municípios de Cururupu, Apicum Açu) e internacionalmente reconhecida com Sítio RAMSAR (COSTA et al., 2006).

Na área do Litoral Ocidental, ocorrem 105 espécies de peixes, distribuídas em 14 ordens e 38 famílias. As espécies mais representativas são *Bagre bagre*, *Sciades proops*, *Mugil curema*, *Cathorops spixii* e *Macrodon ancylodon*, sendo Perciformes, Siluriformes, Myliobatiformes e Carcharhiniformes as ordens mais diversas.

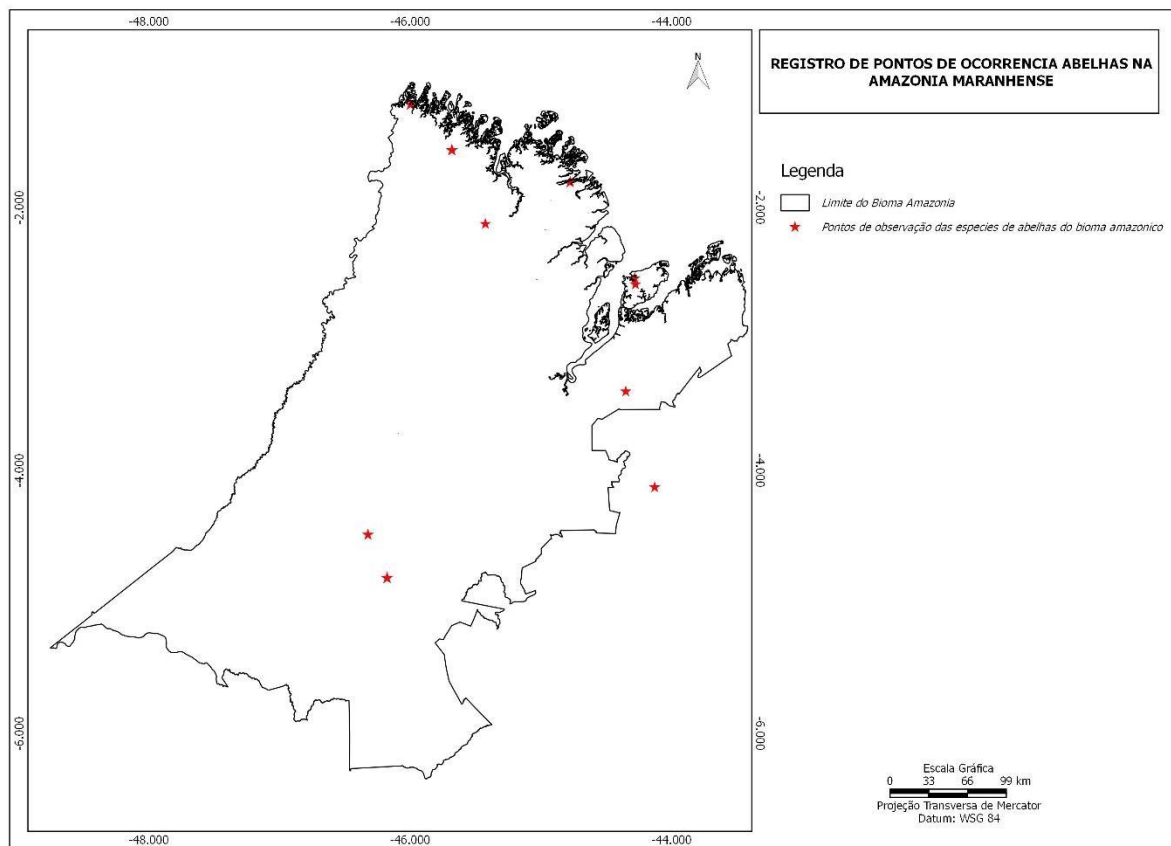
De acordo com a Lista Vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais (IUCN, 2018), dentre os táxons analisados, as espécies *Epinephelus itajara*, *Isogomphodon oxyrhynchus* e *Pristis pectinata* são classificadas como Criticamente em Perigo CR; *Notarius bonillai*, *Sphyrna lewini* e *Sphyrna mokarran* como Em Perigo EN; seis como Vulneráveis VU; 16 espécies são assinaladas como Quase Ameaçadas NT; 39 como seguras ou pouco preocupante LC; sete com dados insuficientes DD e 18 espécies não foram ainda avaliadas. Das espécies amostradas, oito são classificadas com Criticamente em Perigo, três como Em Perigo, oito como vulneráveis e 86 ainda não possuem informações no Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (MMA, 2016). Apesar da existência de poucos estudos sobre o grau de ameaça a que estão sujeitos os organismos aquáticos do Brasil, há um consenso geral no meio científico de que a biodiversidade aquática está altamente ameaçada.

8 ABELHAS EUGLOSSINI

No Estado do Maranhão, já foram registradas, aproximadamente, 60 espécies de abelhas da tribo *Euglossini* (*Hymenoptera*; *Apidae*). Uma explicação para esta elevada riqueza é, sem dúvida, a influência da floresta amazônica que originalmente ocupava o oeste do Estado. Esta afirmação é atestada pela ocorrência

de 47 espécies notificadas apenas nas florestas estacionais perenifólias densas de Cururupu e Buriticupu (SILVA e REBÊLO, 1999; MARTINS et al., em preparação), com representantes de todos os cinco gêneros da tribo: *Aglae*, *Eufriesea*, *Euglossa*, *Eulaema* e *Exaerete*. As espécies típicas da Amazônia e que foram registradas nas florestas úmidas do oeste maranhense incluem *Ag. caerulea*, *Ef. concava*, *Ef. convexa*, *Ef. vidua*, *Eg. lugubris*, *Eg. maginipes*, *Eg. mourei*, *Eg. occidentalis*, *Eg. parvula*, *Eg. intersecta*, *El. pseudocingulata* e *Ex. lepeletieri*. (Figura 09) Estas espécies eram conhecidas apenas até o estado do Pará (BRITO et al. 2017), portanto, tiveram a distribuição ampliada.

Figura 9 - Pontos de ocorrência de abelhas Euglossini na Amazônia maranhense



As abelhas *Euglossini* são polinizadoras de orquídeas e de plantas de porte arbóreo, contribuindo para o fluxo gênico a longa distância. O avanço do desmatamento, queimadas e fragmentação de habitats interferem nos serviços de polinização, pela retirada das espécies de *Orchidaceae* e outras famílias de plantas associadas as florestas (SILVA e REBÊLO, 1999). As espécies restritas ao interior de mata são intolerantes a essas alterações, logo, a diminuição de sua diversidade pode

levar a prejuízos irreparáveis, como o déficit na polinização (ZAYED, 2009, MAUÉS E OLIVEIRA, 2010). Contudo, na Amazônia Maranhense, devido à localização do Estado em uma área de ecótono entre os domínios da Caatinga, Cerrado e Amazônico, ocorrem espécies encontradas em áreas abertas, por exemplo, *Eg. melanotricha*, *Eg. cordata*, *El. nigrita*, *El. cingulata* e *Ex. smaragdina* (REBÊLO e SILVA, 1999). Espécies com estas características podem aumentar a sua abundância em ambientes degradados (PERUQUETTI et al., 1999).

Por responderem de maneira diferente as alterações dos ambientes, as abelhas *Euglossini* são excelentes bioindicadoras da qualidade ambiental, ainda pouco explorada (Nemésio 2013). Como vimos, na Amazônia Maranhense as abelhas *Euglossini* constituem um grupo diversificado e essencial para a conservação de recursos biológicos.

9 MACRO-AVALIAÇÃO DAS AMEAÇAS À FAUNA DA AMAZÔNIA MARANHENSE

Dentre as maiores ameaças à fauna da Amazônia maranhense, estão a perda e fragmentação dos habitats, além da degradação dos mesmos. Em maior ou menor escala, esta perda está associada à formação de pastos para criação de gado ou para plantio. Já a degradação das matas remanescentes está associada à exploração irracional e, na maioria das vezes, ilegal da madeira, além da mineração. As espécies só estarão presentes numa área à medida que o ambiente que elas necessitam lá existam. Uma vez que este ambiente deixe de existir, concomitantemente desaparecem as espécies que dele dependam.

Os grandes gaviões, assim como uma parcela das espécies frugívoras, como *Selenidera gouldii*, *Cotinga cotinga*, *Cotinga cayana*, *Xipholena lamellipennis*, *Iodopleura isabellae*, *Haematoderus militaris*, and *Aburria kujubi* tendem a ser sensíveis à fragmentação do habitat (LIMA et al., 2014). Registros dos gaviões *Harpia harpyja*, *Spizaetus tyrannus*, e *Leucopternis albicollis*, os quais dependem de vastas áreas não degradadas para sobreviver poderão ter sua sobrevivência comprometida com a continuidade do processo de degradação e perda de área da região (OREM e ROMA, 2011, LIMA et al., 2014). A harpia é das primeiras aves a desaparecer quando o desmatamento aumenta, por ser mais sensível aos distúrbios antropogênicos

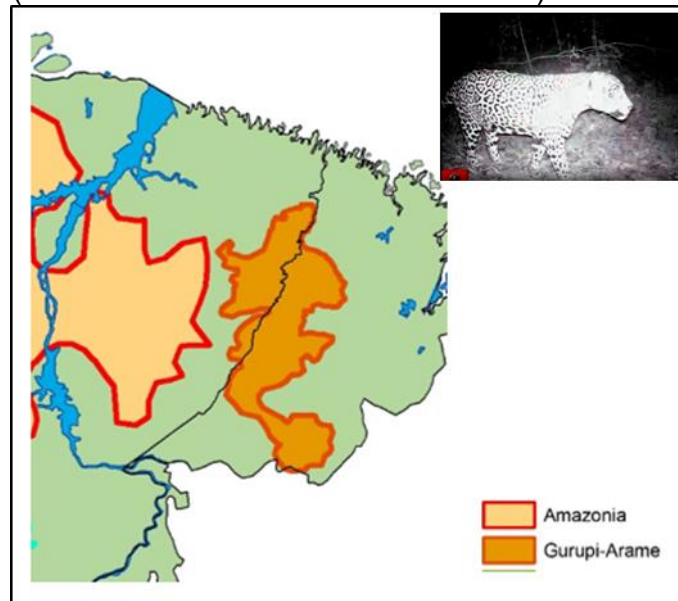
(Trinca et al., 2008). De fato, análises genéticas da população de harpias indicam que as populações do impactado arco do desmatamento têm variabilidade genética mais reduzida que as das demais populações (ICMBio 2008). Da mesma forma, as abelhas Euglossini mais sensíveis às alterações ambientais também tenderiam a desaparecer e com isto levar a déficits na polinização (ZAYED, 2009, MAUÉS e OLIVEIRA, 2010).

Avaliando a viabilidade populacional da onça-pintada para a porção Amazônica do Maranhão (região Gurupi-Arame), incluindo áreas adjacentes contínuas do Pará, Oliveira et al. (2012) chegaram a resultados bastante preocupantes. O bloco vegetacional considerado, chamado de Gurupi-Arame, totalizaria uma área de aproximadamente 34.746 km² (Figura 10). Em um cenário de isolamento deste bloco das demais áreas de ocorrência deste felino na Amazônia, tanto com a perda de hábitat (perda de ca. 3%/ano) quanto sem, as populações de onça-pintada desapareceriam em menos de 100 anos (Oliveira et al. 2012 – Tabela 2). Isto ressalta da importância da conectividade entre as populações para assim evitar a quebra do fluxo gênico e seus consequentes problemas ligados à endogamia. Isto ilustra de forma bastante clara os efeitos nefastos tanto do desmatamento, quanto da falta de conectividade entre populações de animais com grandes requerimentos de área, como os predadores de topo.

Tabela 2: Parâmetros populacionais esperados e probabilidade de extinção prevista para a população da onça-pintada na região do Gurupi-Arame, depois de 100 anos, em caso de isolamento, em cenários com e sem desmatamento contínuo (modificado de OLIVEIRA et al. 2012).

Parâmetro	Gurupi/Arame MA
Tamanho da Área – km ²	34.746
Densidade esperada – N/km ²	<0,01
População total máxima esperada – N	347
População reprodutiva esperada – N _e	69–139
<i>Sem Desmatamento</i>	
Probabilidade de extinção	99%
Diversidade genética final (%)	0,91
Número de onças depois de 100 anos	136
<i>Com Desmatamento</i> (3% em 20 anos)	
Probabilidade de extinção	100%
Diversidade genética final (%)	0
Número de onças depois de 100 anos	0

Figura 10 - Localização da subpopulação de onça-pintada da região Gurupi-Arame e restante da Amazônia em caso de isolamento entre ambas (modificado de OLIVEIRA et al. 2012)



A caça excessiva, associada à perda e fragmentação de habitats, é responsável pela situação de extrema ameaça de extinção de várias espécies, como o jacamim-da-costa-preta (*Psophia obscura*), do mutum-pinima (*Crax pinima*) (Figura 11) cairara Ka'apor (*Cebus kaapori*) e cuxiú-preto (*Chiropotes satanas*). Todas estas espécies são restritas à Amazônia tocantina e centro de endemismo Belém, onde está inserida a totalidade da Amazônia maranhense. Todas são consideradas tanto ao nível nacional (MMA 2016) quanto mundial (IUCN) como Criticamente em Perigo (CR).

A caça é, na maioria das áreas, amplamente difundida e altamente impactante no estado de conservação e tamanhos populacionais de uma grande parcela das espécies, mesmo daquelas que tendem a ser mais abundantes. Esta atividade é uma das principais causadoras de declínios populacionais de porcos-domato (*Tayassu* spp.), veados (*Mazama* spp.), pacas (*Cuniculus paca*), tatus (*Dasypus* spp., *Cabassous* spp., *Priodontes maximus*), jabutis (*Geochelone* spp.), jurarás (*Kinosternon scorpioides*), jaçanãs (*Porphyrio martinica*), dentre outras espécies (BODMER et al., 1997, CULLEN et al., 2000; FRAGOSO et al., 2000). A área da Baixada Maranhense apresenta-se extremamente empobrecida quanto à presença de espécies de mamíferos de médio e grande porte, já tendo perdido uma grande parcela destas espécies por conta de caça.

Figura 11 - O jacamim-da-costa-preta (esquerda) e o mutum-pinima (direita) são espécies criticamente ameaçadas de extinção fotografadas no seu mais importante reduto, a região do Grurupi



Fonte: Carlos Martinez (2017); Emanuel Barreto (2017)

A presença de animais domésticos é um outro fator antropogênico negativo, devido à possibilidade de transmissão de doenças às populações naturais (Figura 12). Doenças virais como cinomose, parvovirose, imunodeficiência felina e aftosa, transmitidas por cães, gatos e gado, são fatais às populações de carnívoros e ungulados (e.g., FUNK et al., 2001; CLEVELAND et al., 2006). Em muitas áreas, uma combinação destes fatores incide simultaneamente.

Figura 12 - O raro e ameaçado cachorro-do-mato (*Speothos venaticus*), registrado na Reserva Biológica do Gurupi (foto à esquerda) apresentando total perda de pelos ocasionada provavelmente por sarna. À direita, indivíduo sadio para efeito comparativo



Fonte: Tadeu de Oliveira; CENAP/ICMBIO

Em maior ou menor escala, em toda a região amazônica do Maranhão, com exceção de algumas partes da região do Gurupi, observou-se traços de interferência humana. Populações de táxons sensíveis às alterações ambientais de quaisquer espécies se apresentam enfraquecidas perante a intensa ocupação humana. Isto pôde ser observado, comparando-se a taxa de localização de registros entre esta e outras áreas da Amazônia brasileira. Este cenário resulta em dois aspectos cruciais relacionados à conservação. O primeiro seria o estado precário das espécies com maior sensibilidade ambiental (p.ex., uma quantidade grande de espécies de aves), das espécies com maiores requerimentos de habitats (como harpia/gavião-real, onças, anta e queixada/porcão) (Figura 13, 14 E 15) e dos grandes predadores (grandes gaviões/águias e onças). O segundo seria a substituição destas espécies por aquelas adaptadas a áreas degradadas e impactadas. Estas, por sinal, tendem a se tornar mais abundantes. Desta forma, verifica-se um processo de “simplificação faunística” na Amazônia maranhense, com a diminuição da riqueza das espécies e a consequente homogeneização por aquelas comuns e adaptadas a ambientes degradados. Como este último grupo de espécies tende a ser comum e facilmente observáveis, ele propicia uma falsa ideia de “abundância faunística”, o que estaria bem longe de ser verdadeiro. Exemplos dessa substituição de espécies de áreas florestais por aquelas com preferências por áreas abertas são encontradas para abelhas (*Eg. melanotricha*, *Eg. cordata*, *El. nigrita*, *El. cingulata* e *Ex. smaragdina*), assim como para as aves *Bubo virginianus*, *Ara severus*, *Brotogeris chiriri*, *Columbina minuta* e *Polioptila plumbea*, e mamíferos como a raposa (*Cerdocyon thous*) e o gambá (*Conepatus semistriatus*), este último característico de áreas de Cerrado e não pertencente, nem mesmo marginalmente à fauna amazônica (REBÊLO e SILVA, 1999, OLIVEIRA et al., 2007, LIMA et al., 2014). Estas espécies passariam a ocorrer e tornar-se abundantes, ocupando as áreas recém-abertas pelo processo do desmatamento (SICK, 1997, PERUQUETTI et al., 1999, REBÊLO e SILVA, 1999, OLIVEIRA et al., 2007, DEVELEY, 2009, LIMA et al., 2014).

Figura 13 - Os grandes predadores, onça-pintada e onça-vermelha na Reserva Biológica do Gurupi



Fonte: CENAP/ICMBIO (2015)

Figura 14 - As duas espécies de ungulados ameaçadas de extinção, o queixada e a anta, têm seus maiores redutos da Amazônia oriental na região do Gurupi



Fonte: CENAP/ICMBIO (2015)

Apesar do aspecto de preliminaridade acerca dos estudos faunísticos na Amazônia do Maranhão, fica notória a sua relevância, notadamente da região do Gurupi. Esta relevância não está restrita à conservação da diversidade biológica local, mas também da biodiversidade nacional. A falta de ações concretas e integradas das esferas federal e estadual, associada às agravantes ameaças, coloca em extremo risco todo um patrimônio biológico, muitas vezes único.

Figura 15 - Os ameaçados gato-mourisco (esquerda) e o gato-peludo (direita) registrados na Reserva Biológica do Gurupi por armadilha fotográfica



Fonte: CENAP/ICMBIO (2015)

10 MACRO-AVALIAÇÃO DA ICTIOFAUNA

A introdução de espécies exóticas nos ambientes aquáticos continentais é uma das principais ameaças à diversidade ictiofaunística. Piorski *et al.* (2003) observaram que nas áreas próximas ao rio Pindaré é comum a construção de açudes visando a criação de peixes. De modo geral, são confinadas espécies como o tucunaré (*Cichla ocellaris*), curimatá (*Prochilodus nigricans*), tilápia (*Oreochromis spp*), tambaqui (*Colossoma macropomum*) e carpa (*Cyprinus carpio*). Destas espécies, apenas o tucunaré foi observado com maior frequência no rio Pindaré, havendo relatos orais da sua ocorrência no Igarapé Bandeira, dentro da área do Posto Indígena Tiracambu.

A introdução do tucunaré nesta região pode ter ocorrido acidentalmente no período das chuvas, quando os açudes aumentam de nível e transbordam, entrando em contato com o canal do rio Pindaré. Em um primeiro momento, a presença do tucunaré pode contribuir para o aumento da produtividade pesqueira, uma vez que é

uma espécie de grande porte e de valor comercial. Entretanto, esta espécie é predadora e o seu desenvolvimento pode trazer graves consequências às comunidades de peixes endêmicos (BARBIERI et al., 2000). De acordo com estes autores, dependendo da espécie introduzida, pode haver redução ou extinção local dos estoques nativos, decorrente da alteração de habitat, pressões de competição, predação, nanismo, degradação genética de espécies nativas, disseminação de patógenos e parasitas.

O avanço do agronegócio com a derrubada indiscriminada da mata ciliar é um fator negativo para a diversidade de peixes de água doce na Amazônia Maranhense. A retirada dessa vegetação incide em mudanças das características limnológicas dos rios que, por sua vez, alteram as características dos habitats ocupados pelas diferentes espécies. O efeito tende a ser maior sobre espécies com distribuição restrita, como é o caso de *Hyphessobrycon caru*, relatada apenas para a região do rio Pindaré nas proximidades de Buriticupu-MA.

Na região da Baixada Maranhense, os principais fatores que podem interferir na diversidade nativa são a pesca predatória, a introdução de espécies exóticas e a construção de barragens. A pesca predatória é caracterizada principalmente pelo uso de tapagens e arrastões onde são utilizadas redes com malhas pequenas. A introdução de espécies exóticas ocorre, na maioria das vezes, de forma acidental a partir dos criadouros no entorno dos lagos. A construção de barragens, por sua vez, produz vários impactos negativos. O mais visível e de consequência imediata é a transformação de um ambiente lótico em lêntico. Mesmo em áreas inundáveis, onde o fluxo do rio é caracterizado por fraca correnteza (p.ex. Baixada Maranhense), a alteração do regime fluvial é rapidamente sentida pelas comunidades aquáticas. Na região de Penalva, por exemplo, a inundação artificial do lago Cajari durante o período de seca induziu a substitui o do capim de marreca *Paratheria prostrata* pelo junco *Eleocharis* sp, além da mortandade de um grande número de espécies vegetais semiaqu ticas e terrestres, perda de habitats e fuga de espécies animais. Altera es na composi o florística da vegeta o aquática e da mata ciliar podem, assim, comprometer a dinâmica da ictiofauna. Várias espécies, tais como, *Hoplias malabaricus*, *Hoplerythrinus unitaeniatus* e *Trachelyopterus galeatus* são encontrados frequentemente em áreas de igapó, utilizando-a para alimenta o, desova e abrigo.

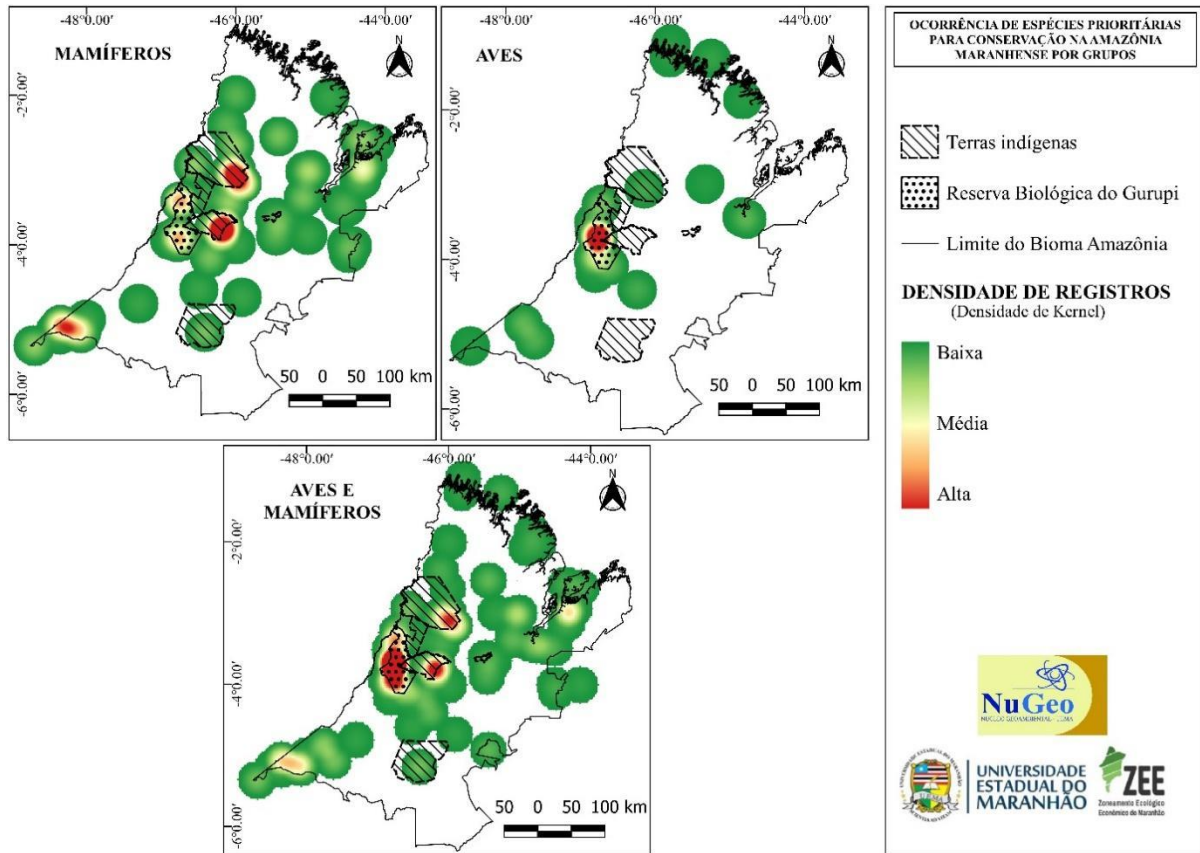
Nos ambientes marinhos, a redução dos estoques das espécies comerciais está relacionada às pescas predatórias de outros organismos, tais como as pescas de camarão e lagosta. A pesca do pargo, por exemplo, apresentou uma redução de produtividade estimada em cerca de 90% no litoral maranhense, atribuída à pesca predatória da lagosta que utiliza rede caçoeira. Acredita-se que o declínio do sistema produtivo pesqueiro do pargo esteja relacionado à sobreexploração dos seus estoques. Talvez tal declínio se dê em função da falta de conhecimento em relação aos impactos que a exploração exagerada poderia trazer para o sistema. Atualmente, o tamanho e a quantidade do produto capturado não suprem o investimento dos armadores na pesca do recurso, fazendo com que estes se voltem para outros pescados.

Grande parte das espécies que compõem o *by-catch* são os elasmobrânquios, animais K- estrategista, com baixa resiliência para mortalidade por pesca, não sendo capazes de suportar os altos níveis de exploração, como as espécies alvo do Sistema. Dessa forma, o *by-catch* é uma enorme ameaça a esse importante grupo de peixes, e é o principal responsável pelos problemas de colapso desses estoques.

11 ÁREAS PRIORITÁRIAS DA AMAZÔNIA MARANHENSE

As análises das ocorrências das espécies prioritárias, tanto para os mamíferos quanto para as aves separadamente, quanto para todas as espécies prioritárias em conjunto, apontam destacadamente para a região do Gurupi como um todo (Fig. 16). A “região do Gurupi” seria composta pela Reserva Biológica do Gurupi e pelas Reservas Indígenas do Alto Turiaçu, Caru e Awá, as quais perfariam um bloco de áreas teoricamente protegidas de 11.628 km². Esse bloco de Unidades de Conservação (UC) interconectadas funciona, do ponto de vista biológico, como uma área única, com cerca de 13.900–19.000 km² (incluindo aqui áreas adjacentes não protegidas). Expandindo esta área para incluir tanto a Reserva Indígena Araribóia, quanto áreas adjacentes do Pará, este bloco poderia ter um tamanho consideravelmente maior, com ca. 34.746 km² (região Gurupi-Arame – Figura 10). Vale ressaltar que estas são estimativas gerais e não refletem de fato o total da área remanescente com florestas nativas e em avançado estado de recuperação, o que quer dizer que a área realmente com hábitat disponível para fauna seria consideravelmente menor que esta.

Figura 16 - Análise das áreas prioritárias para mamíferos e aves isoladamente, e em conjunto na Amazônia maranhense



Outra área que também seria considerada como prioritária pela análise realizada é a região do Bico do Papagaio, notoriamente a área de Açailândia/São Pedro da Água Branca. Por suas particularidades faunísticas para o grupo das Aves, por apresentarem uma riqueza de espécies particulares, estariam a Baixada Maranhense e Reentrâncias/Golfão.

Carvalho et al. (2017) também realizou uma análise de áreas prioritárias para conservação de aves no Maranhão, utilizando uma lista de espécies prioritárias diferente da utilizada neste estudo. As áreas consideradas como prioritárias seriam as áreas da reserva Indígena Alto Turiaçu (região do Gurupi) e as áreas adjacentes da Baixada Maranhense.

Para a fauna de peixes, as áreas consideradas como prioritárias seriam:

- Lagos da Baixada Maranhense;
- Bacias dos rios Turiaçu e Maracaçumé;
- Cabeceiras dos rios Pindaré e Turiaçu no interior das Reservas Indígenas e da REBIO Gurupi;

- Cabeceiras de afluentes do rio Gurupi no interior das Reservas Indígenas e da REBIO Gurupi.

Mesmo com notória importância biológica para fauna terrestre e aquática, a região do “Mosaico Gurupi” não dispõe de reconhecimento legal pelo Ministério do Meio Ambiente e, portanto, não tem garantia de conservação assegurada no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). Ambientalmente, o mosaico garantirá o estabelecimento do corredor da Amazônia Maranhense e protegerá os recursos hídricos da região (CELENTANO et al., 2018). De extrema importância, está o fato desta região ser o remanescente onde vive a etnia considerada como a mais ameaçada de todo o planeta, os Awa-Guajá (SURVIVAL INTERNATIONAL, 2015).

Em números um pouco mais otimistas e pretensiosos do que os levados em consideração aqui, a região do Gurupi possui uma área de influência que chega a superar 2 mil km² fora do território maranhense (CELENTANO et al., 2018). Diante desse cenário, far-se-á necessário que o governo estadual maranhense busque trabalhar em conjunto com o governo paraense e com governo federal para acelerar o estabelecimento do “Mosaico Gurupi” como área de conservação. Essas parcerias tornam-se vitais, uma vez que considerável parte da área de influência dessa região encontra-se fora dos limites políticos do Maranhão e também pela absoluta de que a fauna não obedece a critérios territoriais políticos, mas ambientais.

12 AÇÕES RECOMENDADAS

Em função do deplorável estado de conservação da Amazônia maranhense e não levando em consideração as urgentes ações de proteção às áreas protegidas por leis em UCs, notoriamente as Reservas Indígenas e a Reserva Biológica do Gurupi (como combate ao desmatamento/exploração ilegal de madeira, à caça por povos não-indígenas), existem três pontos chaves para as áreas não protegidas por lei, i.e., fora das UCs: conectividade, recuperação de áreas degradadas e recuperação das reservas legais.

Conectividade

Esta basicamente é a palavra chave para maximizar as chances de sobrevivência a longo prazo das espécies, a fim de evitar os problemas ligados às variações populacionais e genéticas, as quais as populações pequenas tendem a ser

bastante suscetíveis (Groom et al. 2006). Na seção anterior, foi claramente demonstrado os efeitos negativos do que pode acontecer em populações de espécies ameaçadas em caso de isolamento populacional do bloco de vegetação da área Gurupi-Arame, onde estão os maiores remanescentes da vegetação amazônica no Maranhão. Sendo assim, faz-se necessário e imprescindível a manutenção e o restabelecimento da conectividade entre as áreas remanescentes dos grandes blocos de vegetação da Amazônia maranhense. As matas ciliares, que compõem por lei áreas de proteção permanente (APP), são ideias para serem mantidas/recuperadas e serem usadas como corredores ecológicos. Os atores envolvidos nesta ação de manutenção/restabelecimento da conectividade seriam o governo estadual, empresas com dívidas ambientais e os proprietários rurais.

Recuperação das áreas degradadas

É notório o grau de degradação da Amazônia maranhense, onde as últimas estimativas consideram que restariam apenas cerca de 30% da cobertura florestal (ou seja, > 70% da área total já estaria perdida para o desmatamento – Prodes, 2016, CELENTANO, 2017). De maneira individual, as taxas de desmatamento chegaram a assustadores 36% na TI Awá e 29% na REBIO Gurupi (desmatamento acumulado até o ano de 2016) (PRODES, 2017). A recuperação das áreas degradadas, mas ainda com vegetação remanescente deveria ser feita focando nas áreas que possam a vir a funcionar como corredores ecológicos. Esta ação estaria ligada tanto à questão da conectividade, quanto da recuperação das reservas legais. Os atores envolvidos seriam os mesmos da ação anterior.

Recuperação das reservas legais

A legislação brasileira determina que 80% da cobertura vegetal de qualquer propriedade dentro dos limites da Amazônia tenha que ser mantida. Entretanto, para que possamos ter uma ideia da real situação disto, far-se-á necessária a realização do Cadastro Ambiental Rural (CAR). Em linhas gerais, não é esperado que praticamente nenhuma das propriedades da região tenham cumprido o que requer a legislação. Portanto, para agir em conformidade legal com as leis do país, seria necessária a recuperação e estabelecimento das reservas legais. Atores envolvidos: proprietários rurais e órgãos ambientais fiscalizatórios, além do governo estadual (realização do CAR).

Recomendações de Conservação e Manejo

1. Incentivar, promover e apoiar estudos para o conhecimento da biodiversidade maranhense;
2. Apoiar projetos de integração entre Unidades de Conservação estabelecidas para o Estado do Maranhão;
3. Realizar programas de educação ambiental visando sensibilização dos atores na manutenção da biodiversidade maranhense;
4. Implementar um programa de recomposição de áreas degradadas pertencentes à “Região do Gurupi”;
5. Promover o reflorestamento de taludes, áreas de proteção permanente e reservas legais, com espécies nativas;
6. Estabelecer, através de instrumentos legais, os corredores da biodiversidade maranhense;
7. Implementar a recuperação dos corredores ecológicos propostos, com espécies nativas;
8. Observar a legislação pertinente que define a distância mínima para desmatamento a partir dos corpos d’água;
9. Implementar o Cadastro Ambiental Rural – CAR;
10. Incentivar a recuperação das reservas legais com espécies nativas, assim como o seu estabelecimento, segundo legislação pertinente;
11. Desenvolver programa para conservação de toda vegetação prístina remanescente;
12. Controlar a erosão e a instabilidade das encostas nas margens de reservatórios;
13. Controlar o uso de agrotóxicos, especialmente na proximidade dos corpos d’água;
14. Promover a fiscalização da pesca e do uso dos corpos d’água do Estado;
15. Instituir o desenvolvimento do setor produtivo pesqueiro com amplo envolvimento das comunidades, órgãos governamentais e não-governamentais nas tomadas de decisões que promovam a sustentabilidade do recurso;

16. Investir em infraestrutura adequada nos portos de desembarque visando melhorias dos sistemas de produção, beneficiamento e comercialização do pescado dentro do estado;
17. Estimular a implantação de cooperativas de pesca, associações e viabilizar a garantia dos direitos trabalhistas pelo pescador;
18. Implantar um sistema de ordenamento da pesca, visando obter informações sobre controle de desembarque, amostragem biológica, e administração da pesca.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, G.; LIMA, J. D.; MACIEL, A. O. Geographic Distribution. *Stenocercus dumerilii*. **Herpetological Review**, v. 34, n. 4, p. 385-386, 2003.
- BARBIERI, G. et al. Avaliação qualitativa da comunidade de peixes da represa de Guarapiranga, São Paulo. **Boletim Técnico do Instituto de Pesca**, São Paulo, n. 30, p. 1-30, 2000.
- BARROS, M. C.; FRAGA, E. C.; BIRINDELLI, J. L. O. Fishes from Itapecuru River basin, State of Maranhão, northeast Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 71, n. 2, p. 375-80, 2011.
- BODMER, R. E.; EISENBERG, J. F.; REDFORD, K. H. Hunting and the likelihood of extinction of Amazonian mammals. **Conservation Biology**, Massachusetts, v. 11, p. 460-466, 1997.
- BRITO, T. F. et al. Forest reserves and riparian corridors help maintain orchid bee (Hymenoptera: Euglossini) communities in oil palm plantations in Brazil. **Apidologie** v. 48, n. 5, p. 575–587, 2017.
- CARVALHO, D. L. et al. Delimiting priority areas for the conservation of endemic and threatened Neotropical birds using a niche-based gap analysis. **Plos one**, v.12, n.2, 2017.
- CELENTANO, D. et al. Towards zero deforestation and forest restoration in the Amazon region of Maranhão state, Brazil. **Land use policy**, v. 68, p. 692-698, 2017.
- CELENTANO, D. et al. Desmatamento, degradação e violência no "Mosaico Gurupi"- A região mais ameaçada da Amazônia. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 92, p. 315-339, 2018.
- CLEAVELAND, S. et al. Impact of viral infections in wild carnivore populations. In: MORATO, R.G. et al. (Ed.). **Manejo e conservação de carnívoros neotrópicos**. Brasília, DF: IBAMA, 2006. 325-349 p.

CROOKS, K. R.; SOULÉ, M. E. Mesopredator release and avifaunal extinctions in a fragmented system. **Nature**, v. 400, p. 563-566, 1999.

CULLEN JUNIOR, L.; BODMER, R. E.; PÁDUA, C. V. Effects of hunting in habitat fragments of the Atlantic Forest, Brazil. **Biological Conservation**, Inglaterra, v. 95, p. 49-56, 2000.

COSTA, A. L. P. et al. How Much Do We Know about the Diversity of Squamata (Reptilia) in the Most Degraded Region of Amazonia?. **South american journal of herpetology**, v. 13, n. 2, p. 117-131, 2018.

DEVELEY, P. F. **Conservação de aves no Brasil: considerações para a Amazônia, o Cerrado e o Pantanal**. São Paulo: SAVE Brasil, 2009, p. 1-10.

EMMONS, L. H.; FEER, F.; MAGNUSSON, W. E. Neotropical rainforest mammals: a field guide. **Environmental Conservation**, v. 25, n. 2, p. 175, 1998.

FRAGOSO, J. M. V.; SILVIUS, K. M.; VILLA-LOBOS, M. P. **Wildlife Management at the Rio das Mortes Xavante Reserve, MT, Brazil: Integrating Indigenous Culture and Scientific Methods for Conservation**. Brasília, DF: WWF, 2000.

FUNK, S. M. et al. The role of disease in carnivore ecology and conservation. In: GITTLEMAN, J. L. et al. (Ed). **Carnivore Conservation**. Cambridge: Cambridge University Press, 2001. p. 443-466.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE - ICMBio. **Plano de ação nacional para a conservação de aves de rapina** / Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Coordenação-Geral de Espécies Ameaçadas. Brasília: ICMBio, 2008.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAS - INPE. **Monitoramento da cobertura florestal da Amazônia por satélites – Sistemas Prodes, Deter, Degradação e Queimadas**. São José do Campos: INPE. 2016 Disponível em: <http://www.inpe.gov.br>. Acesso em: 20 jun. 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAS - INPE . **Monitoramento da cobertura florestal da Amazônia por satélites - sistemas Prodes, Deter, Degradação e Queimadas**. São José do Campos: INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAS - INPE. 2016. Disponível em: <<http://www.inpe.gov.br>. Acesso em : 21 junho 2019.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE - IUCN. **Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas de Extinção**. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org/search>. Acesso em: 22 abr. 2018.

LIMA, D. M.; MARTÍNEZ, C.; RAÍCES, D. S. L. An avifaunal inventory and conservation prospects for the Gurupi Biological reserve, Maranhão, Brazil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 22, p. 317-340, 2014.

MARTINS, D. C. et al. Abelhas das Orquídeas (Apidae: Euglossini) em remanescentes florestais na Amazônia Oriental (em preparação).

MAUÉS, M. M.; OLIVEIRA, P. E. A. M. Consequências da Fragmentação do Habitat na Ecologia Reprodutiva de Espécies Arbóreas em Florestas Tropicais, com Ênfase na Amazônia. **Oecologia Australis**, v. 14, p. 238-250, 2010.

MINISTÉRIO DE MEIO AMBIENTE - MMA. **Biodiversidade Brasileira**: avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros. Brasília: MMA/SBF, 2002. 404 p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. **Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/sbf/fauna/index.cfm>. Acesso em: 15 abril 2014.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção: Portaria N° 444, 445 de 17 de dezembro de 2014. **Diário Oficial da União–Seção**, v. 1245, p. 121-126, 2014.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção**. Brasília: ICMBio/MMA, 2016.

NEMÉSIO, A. Are orchid bees at risk? First comparative survey suggests declining populations of forest-dependent species. **Brazilian Journal of Biology**, v. 73, p. 367-374, 2013.

OLIVEIRA, T. G. Status dos mamíferos no Estado do Maranhão: uma proposta de classificação. **Pesquisa em Foco**, v. 5, p. 65-82, 1997.

OLIVEIRA, T. G. Carnívoros do Maranhão: preliminares sobre a distribuição, composição das comunidades e conservação no meio-norte do Brasil. In: Silva, A.C.; Fortes, L. O. (Org.). **Diversidade biológica, uso e conservação de recursos naturais do Maranhão**. São Luís: Editora da Universidade Estadual do Maranhão, 2007, v. 2, p. 347-366.

OLIVEIRA, T. G.; GERUDE, R. G.; SILVA JR, J. S. Unexpected mammalian records in the state of Maranhão. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi: Série Ciências Naturais**, v. 2, p. 23-32, 2007.

OLIVEIRA, T. G. D., SILVA JUNIOR, J. D. S., DIAS, P. A., QUIXABA-VIEIRA, O., GERUDE, R. G., GIUSTI, M., & PEREIRA, A. P. **Mamíferos da Amazônia maranhense**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2011.

OLIVEIRA, T. G.; EMILIANO, E. R.; ROGÉRIO, C. P. Red list assessment of the jaguar in Brazilian Amazonia. **Cat news Red List Assessment**, n.7, p. 8, 2012.

OREN, D.C.; ROMA, J. C. Composição e vulnerabilidade da avifauna da Amazônia maranhense, Brasil. In: Marlúcia Bonifácio Martins e Tadeu Gomes de Oliveira

(Org.). **Amazônia Maranhense: Diversidade e Conservação**. Belém: MPEG, p. 220-248. 2011.

PAVAN, D.; NASCIMENTO, H. **Programa de monitoramento do meio biótico da usina termelétrica Porto Itaqui-São Luís-Ma**. Subprograma de monitoramento da fauna terrestre – Herpetofauna. São Luís, 2015.

PERUQUETTI, R. C. et al. Abelhas Euglossini (Apidae) de áreas de Mata Atlântica: abundância, riqueza e aspectos biológicos. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 16, p. 101-118, 1999.

PIORSKI, N. M.; CASTRO, A. C. L.; SOUSA NETO, A. M. Peixes do cerrado da região sul maranhense. In: Barreto, L. N. **Cerrado Norte do Brasil**. São Luís: USEB, 2007. p. 177-212.

PIORSKI, N. M.; FERREIRA, B. R. A.; GUIMARÃES, E. C.; OTTONI, F. P.; NUNES, J. L. S.; BRITO, P. S. **Peixes do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses**. São Luís: Café & Lápis Editora UFMA, 2017.

PRUDENTE, M. R. C. et al. Avaliação das potencialidades e fragilidades das áreas de manguezal para a implementação do ecoturismo usando ferramentas de sensoriamento remoto em Cururupu – MA, Brasil. **Caminhos de Geografia**, v. 22, n. 17, p. 237-243, 2006.

RAMOS, T. P. A.; RAMOS, R. T. C.; RAMOS, S. A. Q. A. Ichthyofauna of the Parnaíba River basin, northeastern Brazil. **Biota Neotropica**, v. 14, n. 1, p. 1-8, 2014.

REBÊLO, J. M. M.; SILVA, F. S. Distribuição das abelhas Euglossini (Hymenoptera: Apidae) no estado do Maranhão, Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 28, n. 3, p. 389-401, 1999.

RIBEIRO-JUNIOR M.A. Catalogue of distribution of lizards (Reptilia: Squamata) from the Brazilian Amazonia. I. Dactyloidae, Hoplocercidae, Iguanidae, Leiosauridae, Polychrotidae, Tropiduridae. **Zootaxa**, v. 3983, p. 1–110, 2015.

RIBEIRO-JÚNIOR M.A. Catalogue of distribution of lizards (Reptilia: Squamata) from the Brazilian Amazonia. II. Gekkonidae, Phyllodactylidae, Sphaerodactylidae. **Zootaxa**, v. 398, n. 1, p.1–55, 2015.

RYLANDS, A. B. Evaluation of the current status of federal conservation areas in the Tropical Rain Forest of the Brazilian Amazon. **Washington: World Wildlife Found**, v. 1, 1990.

SHIBATTA, O.A. Family Pseudopimelodidae. In: Reis, R.E., Kullander, S.O. & Ferraris, C.J. (Eds), Check **List of the freshwater fishes of South and Central America**. Porto Alegre: Edipucrs, 2003. p. 401–405.

SICK, H. **Ornitologia brasileira**. Rio de Janeiro: Ed. Nova fronteira, 1997. 912p.

SILVA, F. S.; REBÊLO, J. M. M. Euglossine Bees (Hymenoptera: Apidae) of Buriticupu, Amazonia of Maranhão, Brazil. **Acta Amazonica**, v. 29, p. 587–599, 1999.

SILVA, J. M.; RYLANDS, A. B.; FONSECA, G. A. B. O destino das áreas de endemismo na Amazônia. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p.124-131, 2005.

SURVIVAL INTERNACIONAL. Awá: Earth's most threatened tribe. **Survival Internacional**, Londres 2015. Disponível em: <https://www.survivalinternational.org/awa>. Acesso em: 26 junho 2019.

TRINCA, C. T.; FERRARI, S. F.; LEES, A. C. Curiosity killed the bird: arbitrary hunting of Harpy Eagles *Harpia harpyja* on an agricultural frontier in southern Brazilian Amazonia. **Cotinga**, v.30, p. 12-15, 2008.

ZAYED, A. Bee genetics and conservation. **Apidologie**, v. 40, p. 237-262, 2009

FLORA DO BIOMA AMAZÔNICO NO ESTADO DO MARANHÃO

Equipe

Ariadne Enes Rocha; Eduardo Bezerra de Almeida Júnior; Francisca Helena Muniz; Jucivan Ribeiro Lopes; Elienê Pontes de Araújo; Hauanen Araújo Rocha; Geusa Fonseca Dourado; Isabela Pinho de Lucena; Danúbio Pinheiro Campo; Juliane Borralho de Andrade; Marlla Maria Barbosa Arouche.

1 INTRODUÇÃO

O Bioma Amazônia se localiza ao norte do continente sul-americano, de pouco mais de seis milhões de km², que se estima ser hoje a área total da Floresta Amazônica na América do Sul, distribuído entre a Venezuela, Suriname, Guianas, Bolívia, Colômbia, Peru, Equador e o Brasil (MMA, 2018). O Bioma Amazônia abrange no Brasil uma área em torno de 4.196.943 km² (IBGE, 2004a).

A vegetação predominante na Amazônia é a Floresta Ombrófila Densa, que corresponde a 41,67% do bioma. Cerca de 12,47% desses foram alterados por ação humana, sendo que 2,97% encontram-se em recuperação em estágios diferentes de desenvolvimento, descrito como Vegetação Secundária, e 9,50% encontram-se com uso agrícola ou pecuária (Tabela 1). A Vegetação Nativa Não-Florestal corresponde às Formações Pioneiras, Refúgios Ecológicos, Campinarana Arbustiva e Gramíneo-Lenhosa, Savana Parque e Gramíneo-Lenhosa, Savana Estépica Parque e Gramíneo-Lenhosa (MMA, 2018).

Tabela 1 - Caracterização do Bioma Amazônia por Região Fitoecológica Agrupada

Região Fitoecológica Agrupada	%
Vegetação Nativa Florestal	80,76
Vegetação Nativa Não-Florestal	4,23
Áreas Antrópicas	9,50
Vegetação Secundária	2,97
Água	2,55
Total	100,00

Fonte: MMA (2018)

Dos 331.983 km² do Estado do Maranhão, 110,4 mil km² foram cobertos pelo Bioma Amazônia, mas 75% da cobertura florestal com uso, principalmente, para a agricultura e pecuária (INPE, 2016). A taxa de desmatamento da floresta amazônica caiu desde 2008, no Maranhão, e a maior parte da perda recente de floresta é devido ao corte ilegal, incluindo o desmatamento das Áreas Protegidas (ICMBIO, 2015; ISA, 2017).

O Bioma Amazônia é reconhecido como um repositório de serviços ecológicos, não só para os povos indígenas e as comunidades tradicionais, mas também para o restante do mundo. No entanto, à medida que as florestas são queimadas ou retiradas e o processo de aquecimento global é intensificado, o desmatamento da Amazônia gradualmente desmonta os frágeis processos ecológicos que levaram anos para serem construídos e refinados.

2 Procedimentos Metodológicos

2.1 Bioma Amazônia Maranhense

O Maranhão realizará seus estudos de ZEE, compreendendo uma área de 137.967,09 km² totalizando 106 municípios, considerando-se a área total de cada município (Tabela 2).

Tabela 2 - Municípios maranhenses por área total no Bioma Amazônia no Maranhão

MUNICÍPIO	ÁREA (km ²)	%
Açailândia	5811,560	4,20
Alcântara	1456,850	1,05
Altamira do Maranhão	709,808	0,51
Alto Alegre do Maranhão	383,047	0,28
Alto Alegre do Pindaré	1931,349	1,39
Amarante do Maranhão	7438,057	5,37
Anajatuba	1010,376	0,73
Apicum-Açú	652,740	0,47
Araguanã	804,706	0,58
Arame	2974,501	2,15
Arari	1099,424	0,79
Axixá	203,041	0,15
Bacabal	1681,768	1,21
Bacabeira	615,171	0,44
Bacuri	823,073	0,59
Bacurituba	674,007	0,49
Bela Vista do Maranhão	147,843	0,11
Bequimão	797,091	0,58
Boa Vista do Gurupi	403,296	0,29
Bom Jardim	6589,613	4,76
Bom Jesus das Selvas	2679,277	1,93
Bom Lugar	445,120	0,32
Brejo de Areia	993,169	0,72
Buritcupu	2544,776	1,84

Buritirana	818,828	0,59
Cachoeira Grande	705,303	0,51
Cajapió	908,055	0,66
Cajari	661,534	0,48
Cândido Mendes	1639,680	1,18
Carutapera	1231,480	0,89
Cedral	282,974	0,20
Central do Maranhão	318,799	0,23
Centro do Guilherme	1167,360	0,84
Centro Novo do Maranhão	8369,280	6,04
Cidelândia	1466,445	1,06
Conceição do Lago-Açú	732,638	0,53
Cururupu	927,880	0,67
Godofredo Viana	666,910	0,48
Governador Newton Belo	1143,450	0,83
Governador Nunes Freire	1036,512	0,75
Grajaú	8859,400	6,40
Guimarães	594,930	0,43
Humberto de Campos	2130,853	1,54
Icatu	1448,182	1,05
Igarapé do Meio	368,386	0,27
Imperatriz	1370,660	0,99
Itapecuru Mirim	1470,504	1,06
Itinga do Maranhão	3584,476	2,59
João Lisboa	1135,872	0,82
Junco do Maranhão	554,845	0,40
Lago da Pedra	1239,473	0,90
Lago do Junco	328,263	0,24
Lago Verde	622,750	0,45
Luís Domingues	463,810	0,33
Maracaçumé	635,514	0,46
Marajá do Sena	1401,645	1,01
Maranhãozinho	760,550	0,55
Matinha	408,401	0,29
Miranda do Norte	340,855	0,25
Mirinzal	687,207	0,50
Monção	1270,551	0,92
Morros	1714,599	1,24
Nova Olinda do Maranhão	2451,367	1,77
Olho D'Água das Cunhãs	694,782	0,50
Olinda Nova do Maranhão	197,477	0,14
Paço do Lumiar	122,759	0,09
Palmeirândia	531,736	0,38
Paulo Ramos	1160,208	0,84
Pedro do Rosário	1748,584	1,26
Penalva	768,115	0,55
Peri Mirim	398,402	0,29
Pindaré-Mirim	273,323	0,20
Pinheiro	1511,776	1,09
Pio XII	544,709	0,39
Porto Rico do Maranhão	218,670	0,16
Presidente Juscelino	354,503	0,26

Presidente Sarney	723,606	0,52
Presidente Vargas	459,162	0,33
Raposa	66,240	0,05
Rosário	684,621	0,49
Santa Helena	2193,210	1,58
Santa Inês	600,034	0,43
Santa Luzia	4777,180	3,45
Santa Luzia do Paruá	1009,882	0,73
Santa Rita	705,917	0,51
São Bento	458,709	0,33
São Francisco do Brejão	746,270	0,54
São João Batista	690,144	0,50
São João do Carú	907,894	0,66
São José de Ribamar	388,158	0,28
São Luís	834,242	0,60
São Luís Gonzaga do Maranhão	908,481	0,66
São Mateus do Maranhão	782,653	0,57
São Pedro da Água Branca	722,398	0,52
São Vicente Férrer	390,533	0,28
Satubinha	441,460	0,32
Senador La Rocque	738,993	0,53
Serrano do Maranhão	1164,924	0,84
Tufilândia	270,818	0,20
Turiação	2576,610	1,86
Turilândia	1510,745	1,09
Viana	1167,519	0,84
Vila Nova dos Martírios	1191,269	0,86
Vitória do Mearim	716,151	0,52
Vitorino Freire	1192,470	0,86
Zé Doca	2138,981	1,54

Fontes: IBGE (2004), IMESC (2015) e Embrapa Satélite (2016).

2.2 Geoprocessamento

De acordo com Formigoni et al. (2011), o uso de geoprocessamento, bem como a utilização de produtos e técnicas de Sensoriamento Remoto (SR) para o monitoramento da cobertura vegetal é fundamentado na necessidade de análise dos recursos vegetais, tendo em vista sua vasta contribuição na análise temporal que permite a obtenção e o acompanhamento de informações como a identificação e distribuição das tipologias vegetais, fenologia, composição do dossel, alterações por estresse e as mudanças de uso do solo. Tais ferramentas tornam-se um instrumento poderoso de análise, acompanhamento da dinâmica de uso e ocupação do solo na escala temporal.

Para o IBGE (2012), ao longo do tempo, as ferramentas de geoprocessamento passaram por consideráveis mudanças, resultantes

principalmente da adoção de recursos de *hardwares* e *softwares* que possibilitam a interpretação e o mapeamento digital da vegetação. O conhecimento destes tópicos é considerado essencial para aqueles que estudam, pesquisam ou mapeiam as fisionomias vegetais do Brasil nos diversos níveis de levantamento, desde o regional até o de semidetalhe.

Assim, neste processo evolutivo de mapeamento temático, as técnicas de interpretação também foram sendo aprimoradas e modernizadas, paralelamente aos desenvolvimentos tecnológicos e científicos, que possibilitam o mapeamento digital da vegetação, pois se acredita que tanto estes processos como a própria vegetação apresentam um caráter dinâmico (IBGE, 2012).

A metodologia deste trabalho está estruturada em duas fases. A primeira será desenvolvida em laboratório (Laboratório de Geoprocessamento da UEMA). Para isso, alguns procedimentos devem ser seguidos como coleta de dados secundários, resolução espacial adequada, levantamento de mapeamentos existentes, material bibliográfico pertinente, cartas DSG, cartas topográfica, aquisição de imagens de satélite, processamento digital de imagens, interpretação preliminar, atividades de campo; reinterpretação, verificação do cruzamento de dados, validação topológica e mapa final.

Portanto, alguns parâmetros técnicos de mapeamento, também, devem ser adotados em todo o projeto, tais como:

- (i) Unidade mínima de mapeamento (UMM) de 40 ha, em função da escala final do mapeamento, 1:250.000;
- (ii) Acurácia de classificação (acurácia temática) com limiar mínimo de 85% de acerto;
- (iii) arquivos digitais em formato *shapefile*, produto, em versão final, entregue com consistência topológica (inexistência de sobreposição entre polígonos, de vazios entre polígonos, de polígonos com área zero, de laços nos arcos, de polígonos sem classe etc);
- vi) Classificação das tipologias vegetais, de acordo com o Manual Técnico de Vegetação do IBGE (2012).





A execução das atividades ocorreu em duas fases:

a) Primeira Fase:

As informações foram organizadas em ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica), utilizando-se o *software* SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas) desenvolvido pelo INPE (SP) e o QGIS que é um *software* livre / *open source* multiplataforma de sistema de georreferenciamento (GIS) que provê visualização, edição e análise de dados georreferenciado.

Foi realizada uma análise da composição vegetal existente da década de 1984, 2000 e 2017, com base nos mapas fitoecológicos do Projeto RADAMBRASIL. Para ser comparada com as tipologias da vegetação atual (Tabela 3), utilizando imagens de satélite (Landsat-8/OLI) (Tabela 4) adquiridas no catálogo do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e na plataforma digital do *United States Geological Survey* (USGS).

Tabela 3 - Modelo de interpretação de alvos para identificação das classes de cobertura da terra em imagens Landsat-8/OLI

Classe	Imagem Landsat-8	Fotografia
Agricultura		
Silvicultura		

Fonte: Registro da Pesquisa (2018)

Tabela 4 - Descrição das cenas do satélite LANDSAT que recobrem a Amazônia maranhense

Satélite	ensor	Cenas (Órbita/Ponto)	Ano de Referência
Landsat-8	OLI	222/61; 221/61; 222/62; 221/62; 220/62; 223/63222/63; 221/63; 220/63223/64; 222/64; 221/64	2016/2017

Fonte: Registro da Pesquisa (2018)

A construção do banco de dados teve início com a definição do Modelo Conceitual e de Projetos, sendo observados os seguintes aspectos: a base cartográfica fornecida pelo IMESC e constituída das cartas produzidas pela Diretoria de Serviços Geográfico-DSG (Escala 1:100.00).

A base de dados foi constituída com diferentes características cartográficas, que englobam a área de estudo, e criados os planos de informação correspondentes aos mapas temáticos. Todos os planos foram gerados na mesma escala (1:250.000) e projeção Universal Transverso de Mercator - UTM (*Universal Transverse de Mercator*), datum *SIRGAS 2000*, dos respectivos projetos no formato vetorial e raster.

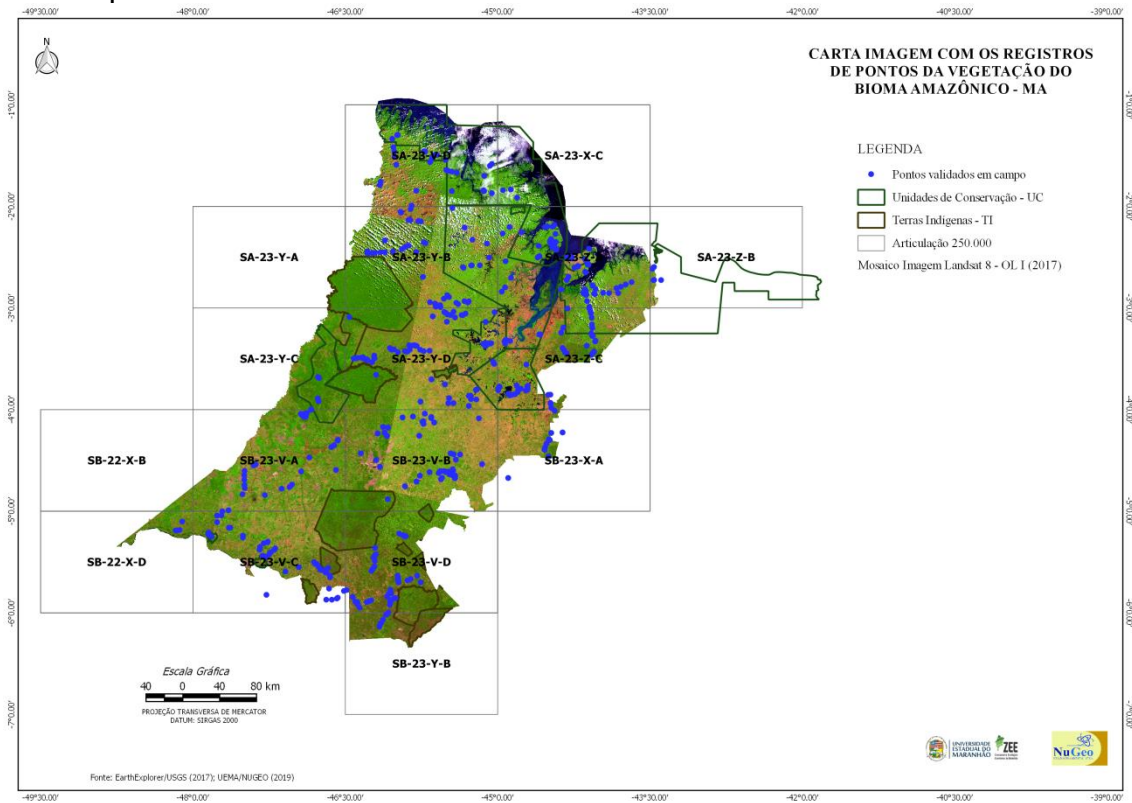
O mapa de vegetação constará as seguintes informações: identificação do tipo de cobertura vegetal, com indicação de remanescentes da cobertura vegetal originária.

b) Segunda Fase

A segunda fase diz respeito ao trabalho de campo que consistiu na coleta de dados *in loco*. O procedimento metodológico para mapeamento das tipologias vegetais foi determinado pela equipe executora considerando os padrões e a representatividade das áreas de vegetação que possuem características do Bioma Amazônia. Assim, foi realizada a validação das classes encontradas de vegetação, utilizando o receptor de GPS, e posterior adequação com a legenda preliminar.

Foram amostrados 622 pontos em 17 folhas, variando entre 3 a 160 pontos de amostragem por folha, obtendo um valor médio de 37 pontos de amostragem, representados na Figura 1.

Figura 1 - Mapa de localização dos pontos de amostragem realizadas nas campanhas de campo no Bioma Amazônia no estado do Maranhão



Fonte: Registro da Pesquisa (2019)

Os resultados obtidos na etapa de campo, associados às informações bibliográficas e dados secundários sistematizados, subsidiaram a base de dados final.

2.3 Vegetação

O trabalho de campo consistiu na coleta de dados *in loco*, para validação das classes encontradas de vegetação e posterior adequação com a legenda preliminar. Esta fase é fundamental para o reconhecimento da realidade de campo. Foram coletadas informações utilizando-se receptores de GPS para localização das unidades mapeadas. Diante disso, para atingir os objetivos propostos neste projeto, a metodologia para as coletas florísticas e fitossociológicas foi dividida em diferentes etapas, de acordo com os procedimentos metodológicos descritos a seguir:

2.3.1 Composição Florística

Inicialmente, foi feito um diagnóstico das coletas pré-existentes, ou seja, uma avaliação do número de espécimes já coletados nos municípios selecionados, tomando como base os registros dos Herbários. Este diagnóstico é importante para priorizar áreas de coletas e ampliar os registros em áreas pouco visitadas.

Figura 2 - Expedição realizada pela Equipe Flora ZEE-MA na Região Sul do Bioma Amazônia



Fonte: Pontes (2018)

Os materiais botânicos coletados foram distribuídos, pelo menos um exemplar de cada coleta, entre os herbários das Instituições de Ensino Superior da equipe participante do projeto. Diante disso, as exsicatas montadas compuseram os acervos do Herbário Rosa Mochel (SLUI), da Universidade Estadual do Maranhão (Muniz & Leite, 2015) e do Herbário do Maranhão (MAR) da Universidade Federal do Maranhão (Almeida Jr., 2015). Os nomes das espécies fornecidas pelos identificadores foram armazenados no banco de dados. A listagem das espécies seguiu o sistema de classificação proposto pelo APG IV (2016).

As informações seguem o modelo de outros acervos com esse tipo de informatização gerando uniformidade nos dados armazenados. A atualização contribuirá para robustez da lista de espécies e para direcionar novas coletas, além de contribuir para a elaboração da Flora do Maranhão.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante as campanhas de campo no território delimitado como Bioma Amazônia, com registro dos tipos de vegetação e usos observados, classificados de acordo com o Manual de Vegetação do IBGE (2012), foi possível registrar 37 tipos de classes entre tipos de vegetação e uso e cobertura.

O tipo de vegetação com maior área proporcional foi Pastagem e Vegetação Secundária com palmeiras, abrangendo uma área de 33.722,39 km², equivalente a 24,44% da área total do Bioma Amazônia Maranhense (Tabela 5).

Tabela 5 -Listagem dos tipos de vegetação e uso e cobertura do Bioma Amazônia, ZEE/MA

CLASSES	SIGLA	AREA km ²	%
Pastagem e Vegetação Secundária com palmeiras	Ap+Vsp	33.722,39	24,44
Vegetação Secundária com palmeiras	Vsp	18.449,83	13,37
Vegetação Secundária	Vs	15.497,18	11,23
Pastagem	Ap	11.137,16	8,07
Agricultura	Ac	11.073,97	8,03
Floresta Ombrófila Densa Submontana	Ds	7.124,29	5,16
Floresta Ombrófila Densa Terras Baixas e Vegetação Secundária sem palmeiras	Db+Vss	5.439,15	3,94
Formação Pioneira com Influência fluvial/ lacustre herbácea sem palmeira	Pahs	4.832,35	3,5
Floresta Ombrófila Densa Submontana com dossel emergente	Dse	3.979,72	2,88
Formação Pioneira com Influência fluviomarinha	Pf	3.638,73	2,64
Floresta Estacional Semidecidual Submontana	Fs	3.326,34	2,41
Vegetação Secundária com palmeiras e Agricultura com culturas cíclicas	Vsp+Acc	2.906,62	2,11
Formação Pioneira com Influência fluviomarinha arbórea	Pfm	1.893,10	1,37
Floresta Ombrófila Densa Aluvial e Formação Pioneira com influência fluvial/lacustre arbustiva	Da+Paa	1.609,42	1,17
Formação Pioneira com influência marinha	Pm	1.575,23	1,14
Vegetação Secundária e Agropecuária	Vs+Ag	1.365,95	0,99
Floresta Ombrófila Densa Aluvial	Da	1.315,91	0,95
Floresta Ombrófila Densa Submontana e Vegetação Secundária com palmeiras	Ds+Vsp	1.271,85	0,92
Savana Parque	Sp	1.254,86	0,91

Savana Arborizada	Sa	1.227,75	0,89
Influência Urbana	Iu	954,91	0,69
Florestamento/ Reflorestamento	R	797,00	0,58
Água	Água	658,55	0,48
Formação Pioneira com influência fluvial/ lacustre	Pa	495,92	0,36
Savana Florestada	Sd	438,48	0,32
Campinarana Arborizada sem palmeiras	Las	440,82	0,32
Formação Pioneira com Influência marinha arbustiva	Pmb	380,64	0,28
Floresta Ombrófila Densa Aluvial+ Vegetação Secundária com palmeiras+ Agricultura com culturas cíclicas	Da+Vsp+Acc	243,21	0,18
Floresta Ombrófila Densa Aluvial e Vegetação Secundária com palmeiras	Da+Vsp	217,52	0,16
Dunas	Dn	194,94	0,14
Tensão Ecológica Floresta Estacional Semidecidual Submontana+Savana Florestada +Vegetação Secundária com palmeiras	SNc/Fs+Sd+Vsp	160,87	0,12
Savana Parque Sem Floresta de Galeria	Sps	84,13	0,06
Vegetação Secundária sem palmeiras	Vss	80,52	0,06
Formação Pioneira com influência fluvial/ lacustre arbustiva	Pap	72,38	0,05
Contato Savana e Floresta Estacional	SN	59,90	0,04
Vegetação Secundária sem palmeiras e Pastagem	Vss+Ap	31,86	0,02
Formação Pioneira com Influência Fluvial/ Lacustre Herbácea	Pah	13,65	0,01
Área Total		137.967,09	100

Fonte: Registro da Pesquisa (2019)

Para avaliação específica dos tipos de vegetação do Bioma Amazônia, foram excluídos os usos e coberturas que não estavam associados a tipos de vegetação. Após a exclusão, ocorreu uma redução para 32 classes (Tabela 6), perfazendo 113.947,57 (82,59% da área do Bioma Amazônia).

Tabela 6 - Listagem dos tipos de vegetação do Bioma Amazônia, ZEE/MA

CLASSES	SIGLA	AREA km ²	%
Pastagem e Vegetação Secundária com palmeiras	Ap+Vsp	33.722,39	24,44
Vegetação Secundária com palmeiras	Vsp	18.449,83	13,37
Vegetação Secundária	Vs	15.497,18	11,23
Floresta Ombrófila Densa Submontana	Ds	7.124,29	5,16
Floresta Ombrófila Densa Terras Baixas e Vegetação Secundária sem palmeiras	Db+Vss	5.439,15	3,94
Formação Pioneira com Influência fluvial/ lacustre herbácea sem palmeira	Pahs	4.832,35	3,50
Floresta Ombrófila Densa Submontana com dossel emergente	Dse	3.979,72	2,88
Formação Pioneira com Influência fluviomarinha	Pf	3.638,73	2,64
Floresta Estacional Semidecidual Submontana	Fs	3.326,34	2,41
Vegetação Secundária com Palmeiras e Agricultura com culturas cíclicas	Vsp+Acc	2.906,62	2,11

Formação Pioneira com Influência fluviomarinha arbórea	Pfm	1.893,10	1,37
Floresta Ombrófila Densa Aluvial e Formação Pioneira com influência fluvial/lacustre arbustiva	Da+Paa	1.609,42	1,17
Formação Pioneira com influência marinha	Pm	1.575,23	1,14
Vegetação Secundária e Agropecuária	Vs+Ag	1.365,95	0,99
Floresta Ombrófila Densa Aluvial	Da	1.315,91	0,95
Floresta Ombrófila Densa Submontana e Vegetação Secundária com palmeiras	Ds+Vsp	1.271,85	0,92
Savana Parque	Sp	1.254,86	0,91
Savana Arborizada	Sa	1.227,75	0,89
Florestamento/ Reflorestamento	R	797,00	0,58
Formação Pioneira com influência fluvial/ lacustre	Pa	495,92	0,36
Campinarana Arborizada sem palmeiras	Las	440,82	0,32
Savana Florestada	Sd	438,48	0,32
Formação Pioneira com Influência marinha arbustiva	Pmb	380,64	0,28
Floresta Ombrófila Densa Aluvial+ Vegetação Secundária com palmeiras+ Agricultura com culturas cíclicas	Da+Vsp+Acc	243,21	0,18
Floresta Ombrófila Densa Aluvial e Vegetação Secundária com palmeiras	Da+Vsp	217,52	0,16
Tensão Ecológica Floresta Estacional Semidecidual Submontana, Savana Florestada e Vegetação Secundária com palmeiras	SNc/Fs+Sd+Vsp	160,87	0,12
Savana Parque Sem Floresta de Galeria	Sps	84,13	0,06
Vegetação Secundária sem palmeiras	Vss	80,52	0,06
Formação Pioneira com influência fluvial/ lacustre arbustiva	Pap	72,38	0,05
Contato Savana e Floresta Estacional	SN	59,90	0,04
Vegetação Secundária sem Palmeiras e Pastagem	Vss+Ap	31,86	0,02
Formação Pioneira com Influência Fluvial/ Lacustre Herbácea	Pah	13,65	0,01
Área Total das classes de vegetação		113.947,57	82,59
Área Total do Bioma Amazônia		137.967,09	100

Fonte: Registro da Pesquisa (2019)

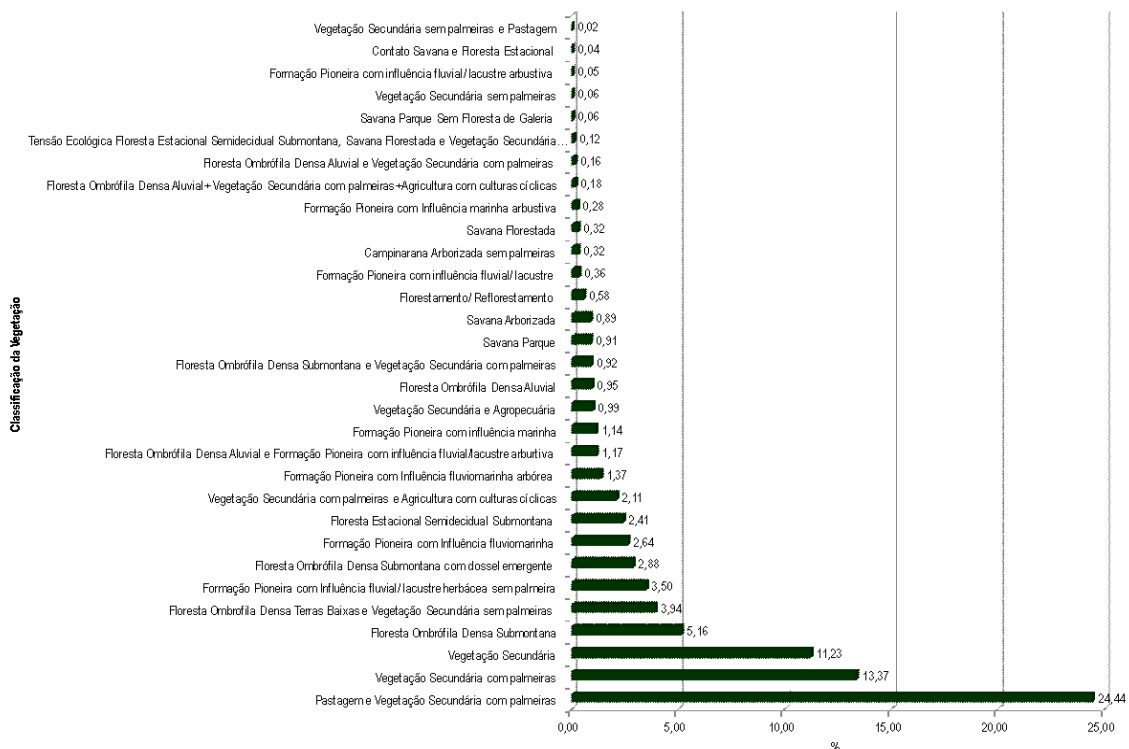
Os tipos de vegetação com maior representação no território do Bioma Amazônia foram Pastagem e Vegetação Secundária com palmeiras, com 33.722,39 km² (24,44%) (Figura 3), Vegetação Secundária com palmeiras, com 18.449,83 km² (13,37%), Vegetação Secundária, com 15.497,18 km² (11,23%), Floresta Ombrófila Densa Submontana, com 7.124,29 km² (5,16%), Floresta Ombrófila Densa Terras Baixas e Vegetação Secundária sem palmeiras, com 5.439,15 km² (3,94%) e Formação Pioneira com Influência fluvial/ lacustre herbácea sem palmeira, com 4832,35 km² (3,50%) (Figura 4).

Figura 3 - Pastagem e Vegetação Secundária com palmeiras de babaçu, Cajari -MA (Coordenada Geográfica: S03°20'58"; W45°04'15", 16m, 05/02/18)



Fonte: Rocha (2018)

Figura 4 - Percentual de área do Bioma Amazônia ocupado por tipo de vegetação, ZEE/MA



Fonte: Registro da Pesquisa (2019)

A Vegetação Secundária isolada ou associada formando mosaicos com outros tipos de vegetação ou usos corresponde a 57,54% da área do Bioma Amazônia (Tabela 7).

Tabela 7 - Expressão em percentual da Vegetação Secundária com ou sem associada a outros tipos de vegetação ou usos, ZEE/MA

CLASSES	%
Pastagem e Vegetação Secundária com palmeiras	24,44
Vegetação Secundária com palmeiras	13,37
Vegetação Secundária	11,23
Floresta Ombrófila Densa Terras Baixas e Vegetação Secundária sem palmeiras	3,94
Vegetação Secundária com palmeiras e Agricultura com culturas cíclicas	2,11
Vegetação Secundária e Agropecuária	0,99
Floresta Ombrófila Densa Submontana e Vegetação Secundária com palmeiras	0,92
Floresta Ombrófila Densa Aluvial+ Vegetação Secundária com palmeiras+ Agricultura com culturas cíclicas	0,18
Floresta Ombrófila Densa Aluvial e Vegetação Secundária com palmeiras	0,16
Tensão Ecológica Floresta Estacional Semidecidual Submontana, Savana Florestada e Vegetação Secundária com palmeiras	0,12
Vegetação Secundária sem palmeiras	0,06
Vegetação Secundária sem palmeiras e Pastagem	0,02
Área percentual do Bioma Amazônia Maranhense	57,54

Fonte: Registro da Pesquisa (2019)

Figura 5 - Vegetação secundária, Marajá do Sena (Coordenada Geográfica: S04°40'17"; W45°32'57", 95m, 24/09/17)



Fonte: ALMEIDA JUNIOR (2018)

As espécies vegetais provenientes das áreas de vegetação secundária, ambiente localmente conhecido como *capoeiras* e *matas*, diferenciado pelo porte da vegetação, são exploradas pela comunidade com objetivos diversificados, como: extração de madeira de alto valor comercial, de madeira para construção rural de baixo valor comercial, de madeira para lenha, alimentação humana, alimentação de animal de criação, alimentação da fauna silvestre, coleta de extrativos de uso medicinal, condimento e artesanato, o que consagra a importância desses recursos naturais para a comunidade, além de evidenciar a importância das capoeiras a conservação da biodiversidade.

Entre as espécies presentes na Vegetação Secundária, contribuem para a manutenção da fauna silvestre local, constituindo importante fonte de alimento e abrigo. A manutenção de espécies como babaçu, embaúba, jatobá, sapucaia, sapucainha, macaúba, inajá, ingá, juçara, bacuri, murta, murici, mirim, mangaba, amescla, goiabinha, mutamba, pente de macaco, pau de gafanhoto, piqui, pitomba, pitomba de leite, fava d'anta, tucum e tuturubá, contribui para a alimentação da fauna silvestre.

Os tipos de vegetação denominados de Savana observadas no Bioma Amazônia Maranhense forma Savana Parque, Arborizada e Florestada (Tabela 8), compreendendo um percentual de 2,34% da área total do bioma.

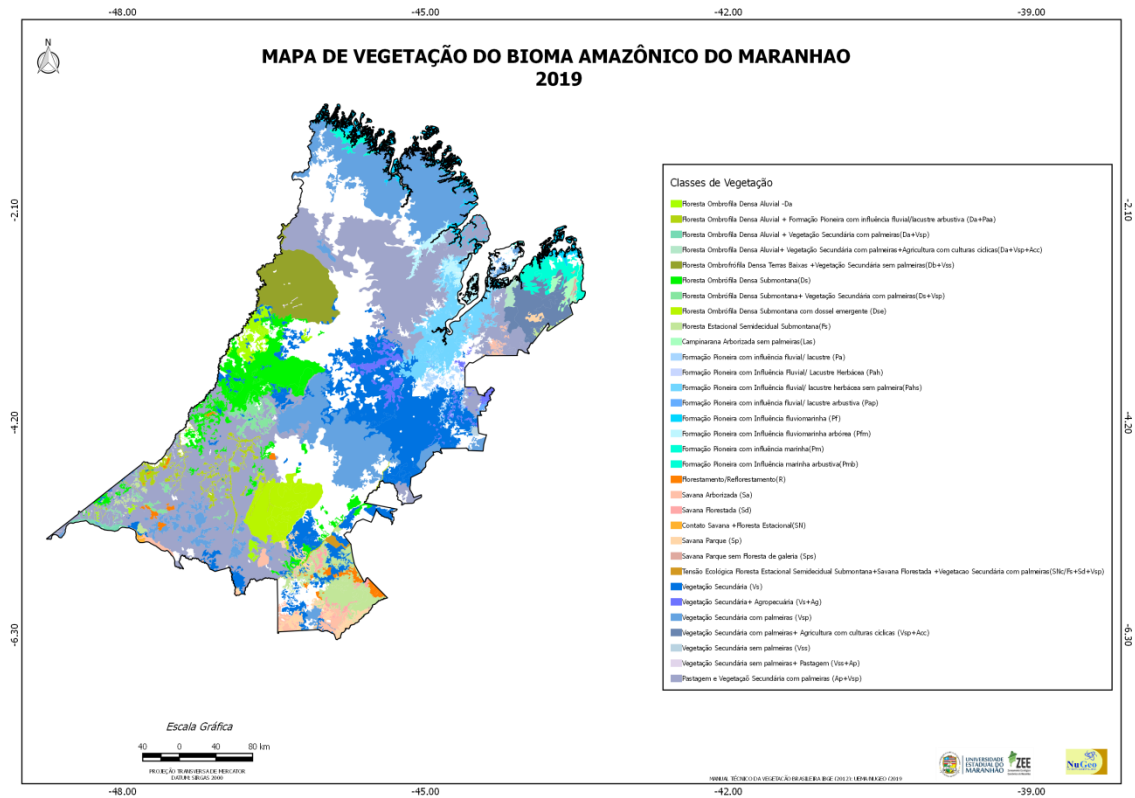
Tabela 8 - Expressão em percentual da Savana com ou sem associada a outros tipos de vegetação ou usos, ZEE/MA

CLASSES	%
Savana Parque	0,91
Savana Arborizada	0,89
Savana Florestada	0,32
Tensão Ecológica Floresta Estacional Semidecidual Submontana, Savana Florestada e Vegetação Secundária com palmeiras	0,12
Savana Parque sem floresta de galeria	0,06
Contato Savana e Floresta Estacional	0,04
Área percentual do Bioma Amazônia Maranhense	2,34

Fonte: Registro da Pesquisa (2019)

O mapa com a distribuição dos tipos de vegetação identificadas na área do Bioma Amazônia está representado na Figura 6.

Figura 6 - Mapa de distribuição dos tipos de vegetação do Bioma Amazônia, ZEE/MA



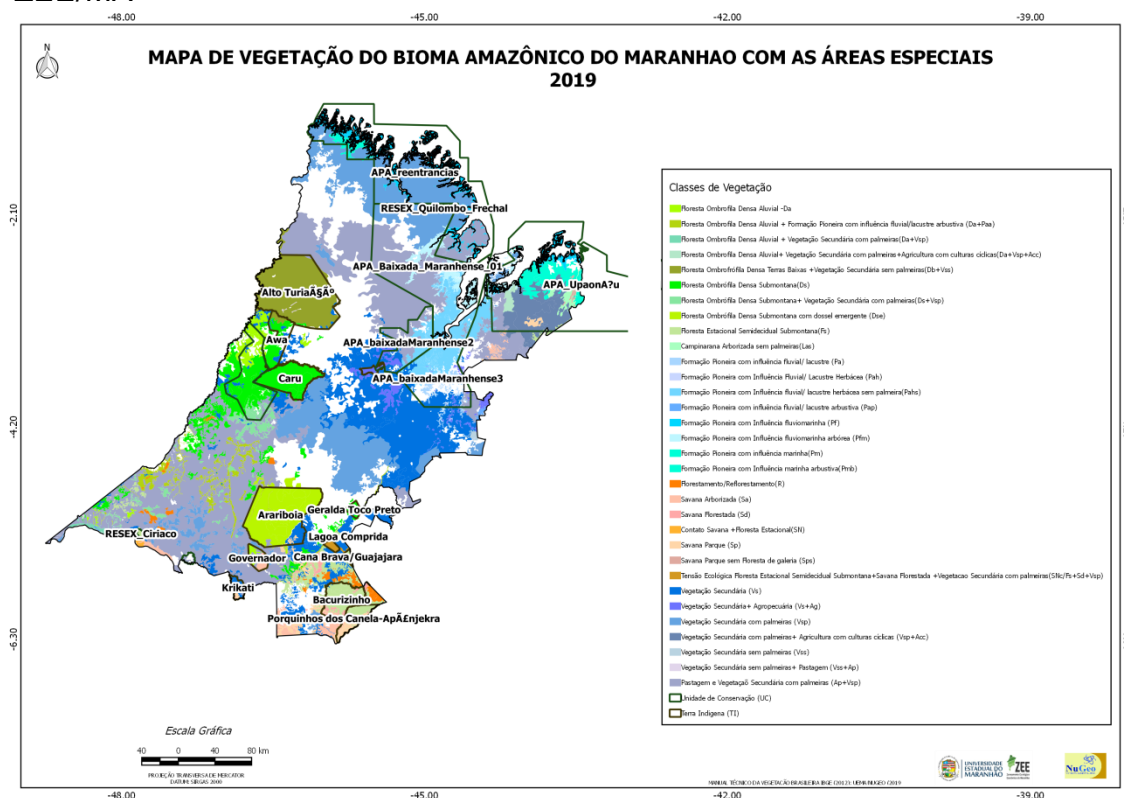
Fonte: Registro da Pesquisa (2019)

Os fragmentos de vegetação primárias, associadas à Vegetação Secundária, são importantes cobertura para o solo, permitindo redução de processos erosivos, abastecimento de lençol freático, manutenção da fauna silvestre, atividade de extrativismo por comunidade do entorno, entre outros benefícios.

Entre as espécies que ocorrem em Vegetação Secundária suas utilidades é a manutenção da fauna silvestre local, importante fonte de alimento e abrigo. As espécies como babaçu, embaúba, genipapo, goiabinha, manga, mutamba, pente de macaco, pau de gafanhoto, piqui, pitomba, pitomba de leite, tucum e tuturubá, que têm funções de proporcionar locais de alimentação da fauna silvestre. Ressalte-se que a manutenção dessas plantas que disponibilizem alimentação à fauna local, diminui a herbivoria sob as áreas cultivadas.

As áreas do Bioma Amazônia melhor conservadas são dentro das Tribos Indígenas – TI's (Figura 7), seguido das Reservas. No entanto as Áreas e Proteção Permanente – APA não condicionam a existência da área a proteção da vegetação, evitando o desmatamento ou uso agropecuário.

Figura 7 - Mapa da distribuição da vegetação do Bioma Amazônia nas áreas especiais, ZEE/MA



Fonte: Registro da Pesquisa (2019)

As Terras Indígenas: Alto Turiaçu (530.525ha), Awá (118.000ha), Carú (172.667ha) e a Reserva Biológica do Gurupi (278.000 ha), devido às suas dimensões e por apresentarem-se de forma contígua, são uma importante área a ser preservada no Bioma Amazônia no Maranhão.

A Reserva Biológica do Gurupi (Rebio do Gurupi) é a única unidade de conservação de floresta Amazônica de uso indireto do Estado. A identificação das atividades antrópicas existentes na Reserva Biológica do Gurupi e sua localização espacial na UC são essenciais para o planejamento adequado das atividades de gestão territorial e ambiental desta área protegida e da Amazônia Maranhense (REBIO, 1999).

A região do Gurupi é constituída por seis Terras Indígenas e uma Unidade Conservação (Reserva Biológica do Gurupi), potencial formador de um mosaico proposto por Celentano et al (2018). O “Mosaico Gurupi” seria composto pela Reserva Biológica (Rebio) do Gurupi no Maranhão, e pelas TI Alto Turiaçu, Awá, Caru, Rio Pindaré e Arariboia (no Maranhão) e pela TI Alto Rio Guamá (no Pará), compondo uma área de 17,9 mil km², tendo como área de influência 46,4 mil km².

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os fragmentos de vegetação primária no território do Bioma Amazônia devem ser preservados, bem como a conservação das áreas de vegetação secundária em estágio avançado e intermediário de regeneração. Devem ser identificadas áreas prioritárias para serem recuperadas com finalidade de formar corredores ecológicos, permitindo o fluxo gênico de espécies vegetais e animais.

As áreas de entorno das terras indígenas e reservas ambientais devem ser áreas prioritárias para avaliação do cumprimento da legislação quanto à existência das áreas de Reserva Legal-RL e Áreas de Preservação Permanente – APP, de acordo com a legislação ambiental vigente.

O processo de recuperação das áreas degradadas ou alteradas do Bioma Amazônia deve ser realizado com o uso de espécies nativas. O uso de espécies exóticas terá efeito negativo sobre a fauna silvestre, tendo como consequências alteração no comportamento de dispersão de frutos e sementes, comprometendo a formação de banco de sementes, fluxo gênico e capacidade de resiliência, impactando sobre a permanência e sobrevivências de animais silvestres.

A elaboração do Mapa da Vegetação do Bioma Amazônia Maranhense permite reconhecermos os tipos de vegetação existente no território, possibilitando o planejamento para um uso sustentável. Permitindo refletir sobre o uso inadequado do solo com atividades com baixa produtividade, como a pecuária extensiva, e sinalizar a necessidade de assistência técnica qualificada e sistemática, processos de capacitação para a atividade agropecuária e a avaliação do Cadastro Ambiental Rural preenchido nas propriedades desse território, com finalidade de aumentar a produtividade por áreas, e recuperação das RL e APP.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA JR., E.B. 2015. Herbário do Maranhão, Maranhão (MAR). **Unisanta BioScience**, v. 4, n. 6, p.129-132.

APG IV. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society** 161(2): 105-121.

CELENTANO, D. et al. **Desmatamento, degradação e violência no “Mosaico Gurupi” – A região mais ameaçada da Amazônia**. ESTUDOS AVANÇADOS: 32

(92), 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ea/v32n92/0103-4014-ea-32-92-0315.pdf>. Acesso em: 30 maio 2019.

FORMIGONI, M. H.; XAVIER, A. C.; LIMA, J. S. S. **Análise temporal da vegetação na região do nordeste através de dados EVI do Modis**. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 21, n. 1, p. 1-8, jan./mar., 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**: sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas, procedimentos para mapeamentos. Rio de Janeiro: IBGE- Diretoria de Geociências, 2012, 271p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Mapa de Biomas do Brasil**. Escala 1:5.000.000. 2014. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>. Acesso em 12 fev. 2017.

INSTITUTO NACIONAL De PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. 2016. **Monitoramento da cobertura florestal da Amazônia por satélites-sistemas Prodes, Deter, Degrad e Queimadas**. São José dos Campos: INPE. 201. Disponível em: <http://www.inpe.gov.br>. Acesso em 15 fev. 2017

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE - ICMBIO. **Relatório da Análise multitemporal da dinâmica do uso e cobertura do solo nas TI Caru, Awá e Alto Turiaçu**. Belém: ICMBio, 2015.

ISA. **Monitoramento de Áreas Protegidas**. Data disponível em: <https://www.socioambiental.org/pt-br/o-isa/programas/monitoramento-de-areas-protegidas>. Acesso em: abr. 2017.

MMA. **Uso e cobertura da Terra na Floresta Amazônica**. Relatório PROBIO v. 2 Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomas/amazonia>. Acesso em 31 jan. 2018.

MUNIZ, F.H. & LEITE, A.M.M. Herbário Rosa Mochel, Maranhão (SLUI). **Unisanta Bioscience**, 4(6): 2015. p. 133-136.

ANÁLISE DA SOCIOECONOMIA REGIONAL

Equipe

Dionatan Silva Carvalho (Coordenador); Adriana Cristina Rabelo da Silva; Ana Lourdes da Silva Ribeiro; Carlos Henrique Santos da Silva; Cesar Augustus Labre Lemos de Freitas; Erivam de Jesus Rabelo Pinto Junior; Geilson Bruno Pestana Moraes; Getúlio Estefânio Duarte Martins; Gianna Beatriz Cantanhede R. de Lima; Jaine Soares Coutinho; Jane Karoline Silva Mendonça; José Ribamar Trovão; Laiane Sousa Silva Rabelo; Matheus Pedrosa Carneiro da Silva; Rafael Thalysson Costa Silva; Rebeca Gomes de Oliveira Batista; Ricardo Zimbrão Afonso de Paula; Selma de Sousa Pires; Talita de Sousa Nascimento; Weskley Sandes Silva de Almeida

1 INTRODUÇÃO

O Diagnóstico Socioeconômico do ZEE tem como princípio, analisar a qualidade de vida dos maranhenses, fornecendo informações que sirvam de subsídio para a tomada de decisões por parte do governo estadual no tocante a implementação de políticas públicas voltadas ao desenvolvimento econômico, social, ambiental, cultural, infraestrutura e logística.

O referido Diagnóstico contempla os seguintes temas: 1) Estudos Populacionais; 2) Condições de Vida; 3) Estrutura Produtiva; 4) Infraestrutura Econômica; 5) Emprego e Renda; 6) Patrimônio Histórico; 7) Equipamentos Urbanos; 8) Populações Tradicionais; 9) Organizações Civas e Instituições Públicas.

2 ESTUDOS POPULACIONAIS

O tema Estudos Populacionais trata da caracterização e da dinâmica demográfica dos municípios maranhenses que contém bioma amazônico. O objetivo central desta temática constitui-se em elaborar um diagnóstico demográfico, por meio de um conjunto de indicadores que mostrem a situação demográfica nos últimos anos, assim como uma projeção populacional a curto prazo, a fim de dar suporte a diretrizes de desenvolvimento social em áreas de interesse comum da região que contempla os 109 municípios de bioma amazônico maranhense. Neste tema fez-se um levantamento da evolução populacional dos últimos 20 anos, levando em consideração os aspectos demográficos, e construiu-se uma projeção demográfica até o ano de 2040.

2.1 Dinâmica populacional

No que se refere à dinâmica da população (Tabela 1), os dados do Censo Demográfico de 2010 revelaram que a região do bioma amazônico maranhense contava, naquele ano, com uma população de 4.050.115 habitantes, um crescimento de 1,58% ao ano em relação ao ano de 2000. Tal desempenho foi superior ao crescimento anual apresentado pelo Estado do Maranhão no mesmo período, que foi de 1,51% a.a.

Os dados da Tabela 1 destacam, ainda, um contingente de 4.332.028 habitantes no ano de 2018 na região do bioma amazônico do estado. Os municípios que mais contribuíram para o crescimento, ou seja, aqueles que tiveram maiores taxas de crescimento anuais do período de 2010 a 2018, foram Brejo de Areia (6,7% a.a.), São João do Carú (3,2% a.a.) e Centro Novo do Maranhão (2,5% a.a.). Tais municípios estão contidos, respectivamente, nas regiões do Mearim, Pindaré e Baixo Turi.

De fato, tanto o bioma amazônico maranhense quanto as regiões de planejamento que o compõem desfrutaram de um aumento populacional nos últimos dezoito anos, no entanto, considerando a taxa de crescimento da população nos dois períodos ilustrados, percebe-se uma desaceleração no ritmo de crescimento em todas as abrangências. A taxa de crescimento populacional do bioma maranhense foi superior a registrada no Estado, que foi de 1,54% ao ano no primeiro decênio do século, passando para 0,90% a.a. no período de 2010 a 2018. Dentre as regiões de planejamento, a região do Mearim apresentou a menor taxa de crescimento (0,20% a.a.) para o período de 2010 a 2018, enquanto a região do Carajás (1,12% a.a.) e do Baixo Turi (1,12% a.a.) seguem apresentando o maior crescimento populacional das abrangências apresentadas. Tal fato pode estar relacionado com a localização das regiões, onde a regional de Mearim está situada no início da fronteira de expansão agrícola, e as outras duas estão localizadas a oeste do Estado, onde os setores de industriais e de serviços são mais dinâmicos.

Tabela 1 - Evolução da população residente do Maranhão, dos municípios do bioma amazônico do Maranhão, nos anos de 2000, 2010 e 2018; e Taxa média geométrica de crescimento anual (%)

Abrangência	População Residente			Taxa de crescimento anual (a.a. %)	
	2000	2010	2018	(2010/2000)	(2018/2010)
Maranhão	5.657.552	6.574.789	7.035.055	1,51	0,85
Bioma amazônico	3.461.822	4.050.115	4.332.028	1,58	0,84
Baixada Maranhense	101.279	116.169	123.996	1,38	0,82
Serras	90.659	108.092	117.410	1,77	1,04
Alto Turi	107.895	124.219	129.846	1,42	0,56
Baixo Itapecuru	77.474	98.118	105.411	2,39	0,90
Baixo Turi	80.599	100.777	110.136	2,26	1,12
Gurupi	54.312	64.087	69.241	1,67	0,97
Litoral Ocidental	118.502	125.668	130.774	0,59	0,50
Mearim	207.929	231.732	235.482	1,09	0,20
Pericumã	211.853	248.095	264.867	1,59	0,82
Pindaré	330.249	360.831	378.788	0,89	0,61
Tocantins	316.520	338.600	352.608	0,68	0,51
Carajás	215.844	269.834	294.988	2,26	1,12
Eixos Rodoferroviários	107.301	123.225	131.779	1,39	0,84
Imigrantes	76.689	84.942	89.544	1,03	0,66
Lagos	118.068	137.167	147.558	1,51	0,92
Lençóis Maranhenses	21.266	26.189	28.498	2,10	1,06
RM da Grande São Luís	1.225.383	1.492.370	1.621.102	1,99	1,04

Fonte: Censo (2010); População Estimada (2018)

Considerando a relação entre a população e a área territorial, o bioma amazônico possui densidade demográfica superior a registrada no Maranhão, com registro de 30,6 habitantes por Km² em 2018. Este resultado foi impulsionado pelas densidades demográficas registradas nos municípios que compreendem a Região Metropolitana de São Luís (174,23 hab./Km²), sendo o maior deles o da própria capital São Luís (1.307,9 hab./Km²), seguida por Paço do Lumiar (996,6 hab./Km²), Raposa (465,6 hab./Km²) e São José de Ribamar (454,2 hab./Km²). Quando retirado o peso da Região Metropolitana de São Luís, o bioma amazônico atinge uma densidade demográfica de 20,5 habitantes por Km² em 2018, inferior à densidade do estado (21,19 km²) e superior à densidade que compreende a região do cerrado maranhense (14,20 km²).

Vale destacar também a dinâmica da estrutura etária da população em estudo, tendo em vista que esta traz informações essenciais para a elaboração de políticas públicas em todas as áreas a médio e longo prazo. A observação e o monitoramento das flutuações verificadas nas pirâmides etárias permitem conhecer,

ao longo dos períodos censitários, a evolução da estrutura da população, avaliando os grupos de idade que possuem maior representatividade. Também mostram os impactos das mudanças das taxas de natalidade, fecundidade e mortalidade de uma população ao longo das décadas estudadas.

Em relação à região do bioma amazônico maranhense, observa-se que, entre 1991 e 2010, houve uma redução da participação das faixas etárias mais jovens (saiu de 63,5% em 1991 para 50,6% em 2010) e aumento da participação das mais velhas (saiu de 5,7% em 1991 para 8,2% em 2010) uma mudança semelhante as estruturas etárias do Maranhão e do Brasil. Observou-se que as mudanças (queda) recentes nas taxas de natalidade impactaram, inicialmente, a participação relativa das populações mais novas, bem como o aumento na expectativa de vida afetou diretamente a longevidade da população mais velha.

2.2 Componentes demográficos: Natalidade, Mortalidade e Migração

Com relação a Taxa Bruta de Natalidade, o indicador apresentou diminuição ao longo dos anos apresentados na região do bioma amazônico maranhense, sendo que em 2016 atingiu taxa correspondente a aproximadamente 16 nascidos vivos por mil habitantes (-1,95% ao ano). O mesmo comportamento de redução foi observado no âmbito nacional e estadual, muito embora a taxa para o Brasil, que vinha sendo superior à do Maranhão até 2000, teve um forte declínio em 2016, ficando abaixo do apresentado pelo Estado naquele ano. Esse decréscimo na taxa de natalidade foi provocado por outros fatores, como por exemplo, o processo de urbanização, pois com o êxodo rural as famílias perceberam que o custo de vida é bem mais elevado nas cidades e tal fato, aliado à popularização dos contraceptivos e informações, contribuiu para a redução do número de filhos (SOARES et. al., 2010). A maior dedicação a vida profissional é outro indicativo que gera uma gravidez tardia e, conseqüentemente, uma diminuição da taxa de natalidade.

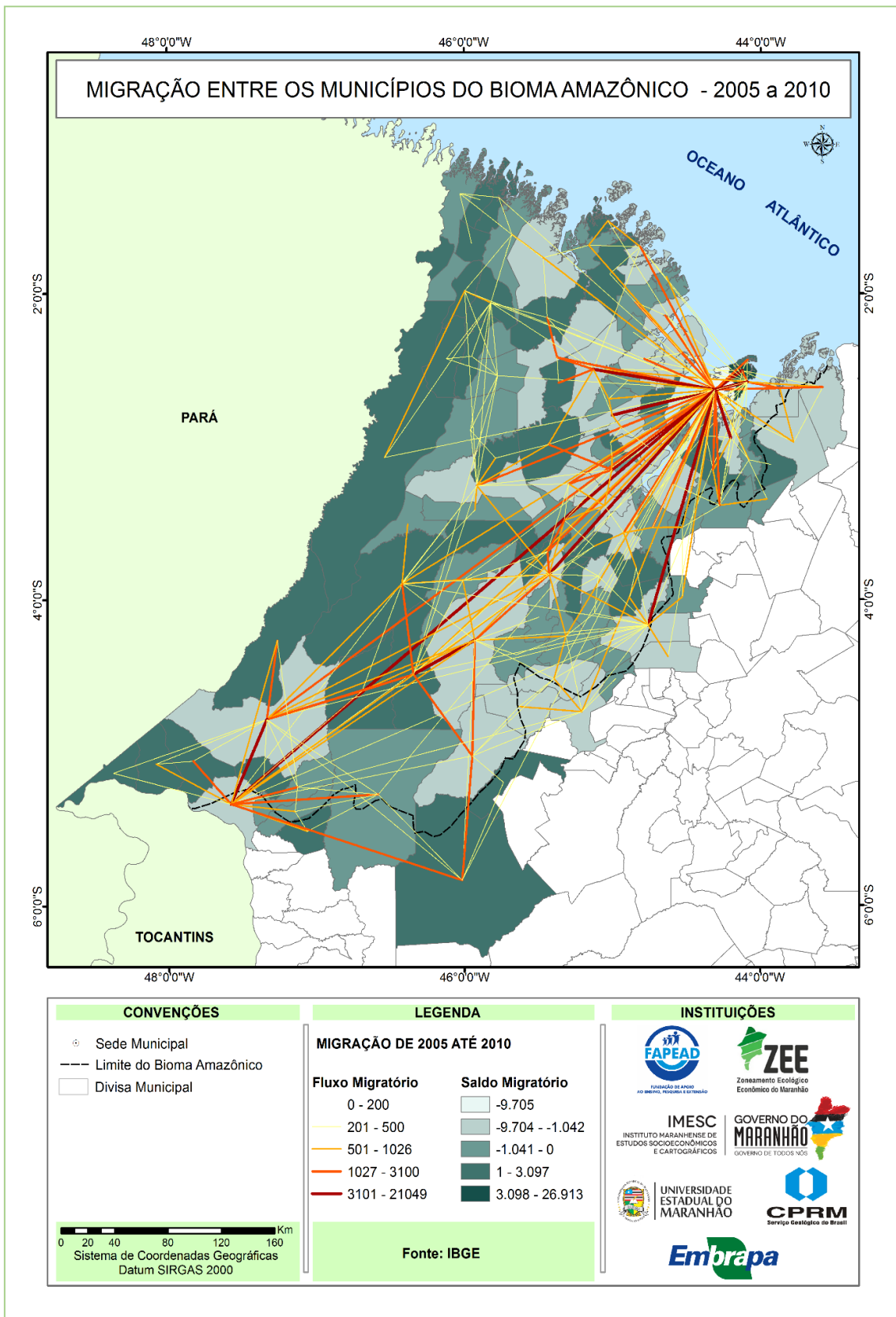
Quanto à Taxa Bruta de Mortalidade (TBM), argumenta-se que ela expressa a intensidade da ocorrência anual de mortes em determinada população, na qual verificou-se uma expansão do indicador no bioma (+3,19% ao ano), passando de 3 mortes por mil habitantes em 2000 para aproximadamente 5 em 2016, mesma tendência observada no plano nacional (0,82% a.a.) e estadual (3,53% a.a.).

No que tange à taxa de fecundidade da população do bioma amazônico maranhense, esta passou de 5,6 filhos por mulher no ano de 1991 para aproximadamente 3 no ano de 2010, marcando uma redução de 4% ao ano. Tal realidade acompanha a tendência brasileira de decrescimento, onde no ano de 1991 essa taxa era de 2,9 e em 2010 caiu para 1,9 (-2,6% a.a.). Ressalte-se que a redução da taxa de fecundidade foi consequência de vários fatores, como por exemplo, a maior utilização de métodos contraceptivos, aumento do nível de escolaridade (maior acesso a informação), a entrada efetiva da mulher no mercado de trabalho, o desenvolvimento de campanhas de educação sexual, o planejamento familiar, entre outros.

Em relação ao indicador Esperança de Vida ao nascer, importante índice de mensuração da qualidade de vida das pessoas, por incorporar condições sociais, de saúde e de salubridade refletidos nas taxas de mortalidade das diferentes faixas etárias, a região do bioma amazônico do estado, apresentou uma acentuada elevação desse índice, que saiu de aproximadamente 57 anos em 1991 para 69 anos em 2010, um crescimento superior (1,23% a.a.) aos observados no país (0,83% a.a.) e no estado (1,21% a.a.) no período. No entanto, a expectativa de vida do bioma amazônico segue abaixo do plano estadual (70 anos) e nacional (74 anos), apesar da diferença entre as outras abrangências geográficas analisadas terem diminuído ao longo de todo o período.

No que se refere ao movimento migratório da população, considerando o deslocamento populacional somente entre as regiões do bioma amazônico (Figura 1), com base nos dados do Censo demográfico de 2010, verificou-se que o fluxo de migrantes dentro do bioma, que soma os imigrantes e emigrantes, alcançou uma movimentação total de 628.977 mil pessoas, provenientes, da Região Metropolitana da Grande São Luís (222 mil), Região do Pindaré (69 mil) e Região dos Carajás (49 mil). No entanto, quando observado o saldo migratório (saldo = imigração – emigração), a Região Metropolitana da Grande São Luís (33 mil) e a Região dos Carajás (6 mil) apresentaram resultado positivo, ou seja, o número de imigrantes nessas regiões superou o total de pessoas que saíram (emigrantes). Vale destacar que essa forte atração de pessoas para estas regiões foi condicionada pelo forte dinamismo econômico vivenciado na primeira década de 2000, as quais passaram por um intenso processo de produção e reprodução do espaço urbano, como por exemplo, a ampliação dos conjuntos habitacionais (Programa Minha Casa Minha Vida).

Figura 1 - Saldo e Fluxo migratório entre os municípios do bioma amazônico do Maranhão, entre 2005 e 2010



Fonte: IBGE, IMESC (2018)

Sob a perspectiva inter-regional, avaliando os movimentos migratórios do bioma amazônico para outras unidades da federação e o restante do estado, verificou-se que do total de pessoas que moravam em outros estados em 2005 e passaram a residir no bioma amazônico maranhense em 2010, grande parte vem da região Norte do país (29.123), com maior predominância de imigrantes oriundos do Pará (22.349). Nesse deslocamento populacional entre Pará e bioma amazônico, destacam-se como principais destinos os municípios de Imperatriz (2.838), São Luís (2.559) e Açailândia (1.838). Vale ressaltar que o maior registro de imigrantes para região do bioma em estudo é proveniente dos municípios que compõem o restante do Maranhão (69.898), com destaque das localidades Barra do Corda (4.578), Coroatá (3.711), Chapadinha (3.432), Barreirinhas (3.279) e Pedreiras (3.045).

Em relação ao número de emigrantes do bioma amazônico com destino as outras unidades da federação, observou-se que os maiores fluxos de emigração foram registrados para os estados da região Norte (66.868), Centro-Oeste (36.592) e Sudeste (33.170), em especial para os estados Pará (46.527), Goiás (19.553) e São Paulo (19.950). Para todos estes estados citados, as maiores evasões de pessoas da região do bioma são provenientes dos municípios de Imperatriz e São Luís. Vale salientar também que, o segundo maior fluxo de emigrantes do bioma maranhense, cerca de 53 mil emigrantes, destina-se ao restante dos municípios do estado, com predominância nas cidades de Estreito (3.209), Governador Edison Lobão (2.890), Barreirinhas (2.620), Caxias (2.182) e Barra do Corda (2.159).

2.3 Projeção populacional

No que se refere a projeção populacional dos municípios do bioma, referente ao período 2010 a 2040, todas as abrangências tendem a apresentar um aumento no contingente populacional de 2010 a 2040, no entanto em tendência decrescente ao longo da série. Apesar da taxa de crescimento populacional do bioma está em declínio, o número de habitantes continua aumentando, muito em virtude dos avanços na medicina, saneamento ambiental, maiores preocupações com a saúde, entre outros fatores, que são preponderantes para que a expectativa de vida esteja em ascensão.

3 CONDIÇÕES DE VIDA

As condições de vida de uma população podem ser medidas pelos indicadores sociais, que indicam o acesso aos seus direitos sociais básicos. Em um esforço de retratar as condições de vida da população do bioma amazônico, esta seção tratou dos seguintes temas: educação; saúde; saneamento básico; habitação; segurança; desenvolvimento humano; e vulnerabilidade social.

3.1 Educação

Para analisar a educação foram utilizados indicadores de escolaridade, de desempenho e rendimento e de infraestrutura escolar. Em se tratando da escolaridade houve uma significativa melhoria na taxa de analfabetismo no bioma amazônico, que sai de uma taxa de 49,8% em 1991, superior que a do Maranhão e bem acima do Brasil, e, em 2010, apresentam uma taxa de 17,2%, inferior à do Maranhão (20,9%), embora ainda bem acima do Brasil (9,6%).

As Regiões com maiores avanços no período de 1991 a 2010, foram: Região do Tocantins (redução de 32,4 pontos percentuais na taxa analfabetismo; Região Metropolitana da Grande São Luís (-32,1 p.p.); Região das Serras (-31,4 p.p.); Região do Pindaré (-29,9 p.p.); Região do Mearim (-29,7 p.p.); Região dos Carajás (-29,5 p.p.); Região do Baixo Itapecuru (-29,1 p.p.).

No ano de 2010, apenas duas Regiões tinham taxa de analfabetismo menores à registrada em todo o Bioma: Região Metropolitana da Grande São Luís (7%) e Região do Tocantins (14,9%). Essas duas Regiões, por serem as mais populosas, exercem grande influência no resultado do Bioma como um todo. E, as regiões com maiores taxas de analfabetismo foram: Região dos Imigrantes (33%); Região do Mearim (28,2%); Região do Pindaré (27,4%); Região do Baixo Itapecuru (27,3%).

Em relação ao nível de instrução da população adulta, no ano de 2010, apenas 6,5% da população do bioma amazônico possuía esse nível de escolaridade, percentual superior ao do Maranhão (5,4%), mas inferior ao do Brasil (11,3%). A maior parte da população do bioma é sem instrução ou tem apenas o ensino fundamental incompleto (55%), seguido médio completo ou superior incompleto (25,1%) e fundamental completo e médio incompleto (13,1%).

As Regiões com maiores níveis de instrução – representadas pelas pessoas com curso superior –, eram: a Região Metropolitana da Grande São Luís (11,1%), a Região do Tocantins (6,7%) e a Região do Mearim (3,9%). As Regiões com os menores percentuais foram a Região da Baixada Maranhense (2%), a Região dos Lençóis Maranhenses (2,2%) e a Região do Alto Turi (2,5%).

No bioma amazônico existem 252 Instituições de Ensino Superior (IES), cuja Região com maior representatividade é RMGSL (85 IES), seguida da Região Tocantins (45) e da Região dos Carajás (30). Os municípios São Luís (70), Imperatriz (44), Santa Inês (21), Açailândia (15), Bacabal (14) que se destacaram com os maiores níveis de escolaridade, são os que apresentam maiores quantidades significativas de IES.

No que se refere ao desempenho e rendimento, o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb) dos anos iniciais do bioma amazônico registrou uma trajetória de crescimento no período de 2005 a 2015, que foi interrompida apenas em 2013, mas com retomada em 2015. Tanto o Maranhão como Brasil apresentaram crescimento sistemático no período analisado. As Regiões do bioma amazônico com melhor desempenho no IDEB relativo aos anos iniciais, no ano de 2017, foram: Região do Tocantins (4,9); Região Metropolitana da Grande São Luís (4,8); e Região dos Eixos Rodoferroviários (4,8);

O IDEB auferido para o bioma amazônico, relativo aos anos finais, registrou uma trajetória de crescimento no período de 2005 a 2007, que foi interrompida nos anos de 2009 e 2011, voltou a crescer no ano de 2015 e estagnou no ano de 2017. Diferentemente do bioma amazônico, tanto o Maranhão como Brasil apresentaram crescimento sistemático no período de 2005 a 2017. As Regiões do bioma amazônico com melhor desempenho no IDEB anos finais, no ano de 2017, foram as mesmas que apresentaram melhor IDEB anos iniciais: Região do Tocantins (4,1); Região Metropolitana da Grande São Luís (4,1); e Região dos Eixos Rodoferroviários (3,8).

Em relação à taxa de abandono escolar do ensino fundamental, o bioma amazônico apresentou um recuo sistemático no período de 2007 a 2016, passou de 6,5% para 3,2%. Embora, no ano de 2016 tenha apresentado uma taxa inferior à do Maranhão (8,1%), ainda permanece bem acima do Brasil (1,9%).

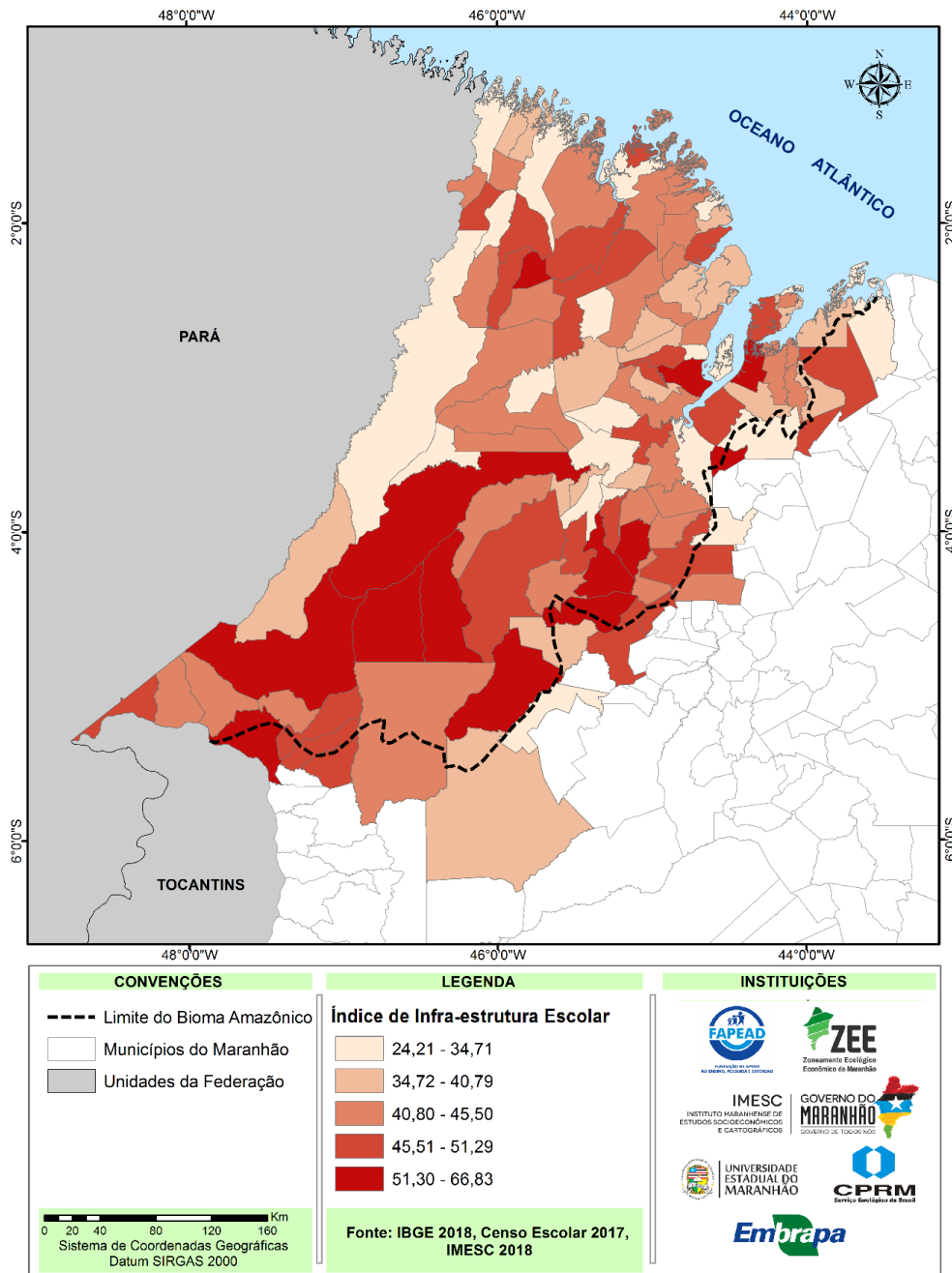
A taxa de abandono do ensino médio do bioma amazônico apresentou um recuo sistemático no período de 2007 a 2016, passou de 17,3% para 9,7%. Apesar desse avanço, no ano de 2016 apresentou uma taxa superior à do Maranhão (8,1%),

e à do Brasil (6,6%).

Para analisar a infraestrutura escolar, levou-se em consideração no presente trabalho os seguintes aspectos: local de funcionamento da escola; existência de dependências e vias adequadas a alunos com deficiência ou mobilidade reduzida; existência de cozinha; existência de quadra de esporte; existência de sala de leitura; existência de biblioteca; existência de laboratório de informática; existência de acesso à internet; existência de banheiro dentro prédio; existência de energia elétrica; existência de fornecimento de água; existência de coleta de lixo; existência de esgoto sanitário. A partir do que é considerado adequado em cada um desses aspectos, fez-se o percentual de escolas nessa situação por municípios, Região, Bioma e Estado e, por fim, fez-se a média de todos os percentuais e chegou-se ao índice de infraestrutura.

Comparando-se os anos de 2010 e 2017, houve avanço na infraestrutura escolar do bioma amazônico, passou de 40,7% para 44,7%. Em 2017, o índice de infraestrutura do Maranhão (43,1%) era um pouco inferior ao do bioma amazônico. Fazendo a análise por Região (**Figura 2**), destaca-se as que apresentaram melhor índice foram a Região Metropolitana da Grande São Luís (59,1%), Região do Tocantins (52,9%) e Região dos Carajás (48,8%), e os que apresentaram pior índice, foram a Região das Serras (29,5%), Região da Baixada Maranhense (35,8%) e Região do Pericumã (36,5%).

Figura 2 - Índice de infraestrutura *Escolar* dos municípios do bioma amazônico - 2017



Fonte: Seduc/MA (2017)

3.2 Saúde

Para analisar a saúde no bioma amazônico, agrupou-se os indicadores em três grandes grupos: indicadores de mortalidade; indicadores de cobertura; indicadores de recurso. Tratando-se de mortalidade, nos anos 2000 e 2010 foram registrados 20.637 óbitos infantis no total dos municípios que integram o bioma

amazônico, com destaque para Região Metropolitana da Grande São Luís, que registrou 7.574 óbitos infantis (36,7% do total do bioma). A Taxa de Mortalidade Infantil (TMI) do bioma amazônico apresentou uma redução no período de 2000 a 2016, saiu de 18,8‰ para 14,5‰, apresentando melhores resultados que o Maranhão (passou de 18,8‰ para 15‰), mas ainda inferior ao Brasil (passou de 21,3‰ para 12,7‰).

As Regiões com maiores avanços no período analisado foram: i) Gurupi, que de uma TMI de 25,8‰ em 2000 passou para 12,4‰ em 2016, com destaque para os municípios de Amapá do Maranhão e Luís Domingues, que registraram redução no número de óbitos infantis no período analisado; ii) Carajás, de 29,2 ‰ para 16‰; com grande destaque para o município de Açailândia; iii) Mearim, de 24,1‰ para 12,9‰, iv) Tocantins, de 22,7‰ para 12,5‰, com maior destaque para Imperatriz.

As Regiões que mais regrediram foram: i) Lençóis Maranhenses, que saiu de uma TMI de 4,9‰ em 2000 para 17,6‰ 2016, e é composta apenas pelo município de Humberto de Campos; ii) Serras, de 9,2‰ para 19,9‰, pressionada pelo município de Grajaú; iii) Imigrantes, de 3‰ para 13,1‰, com apenas o município de Paulo Ramos apresentando aumento nos óbitos infantis. As Regiões com menor TMI no ano de 2016 eram: Lagos (10,3‰), Pericumã (11,9‰), Baixo Itapecuru (12,4‰), Gurupi (12,4‰) e Tocantins (12,5‰). As Regiões com maiores TMI eram: Serras (19,9‰), Litoral Ocidental (19,1‰), Lençóis Maranhenses (17,6‰), Carajás (16,1‰).

É importante destacar o elevado grau de subnotificação das informações de saúde, principalmente em municípios com pequeno número de habitantes. No decorrer dos anos, com a expansão de políticas de saúde voltadas para atenção básica, principalmente a Estratégia da Saúde da Família (ESF), tem-se reduzido a quantidade de subnotificações, bem como se expandido a assistência às famílias, o que impacta diretamente nas estatísticas de saúde. A Cobertura do ESF passou de 4,7% em 2000 para 85,3% em 2017, no Bioma Amazônico. A Região do Gurupi, que apresentou a maior redução TMI foi também a que apresentou o maior avanço na cobertura do ESF, passou de 0% em 2000 para 99,5% em 2017, apresentando a segunda maior cobertura dentre as Regiões do bioma, no ano de 2017, juntamente com o Baixo Itapecuru (99,5%). Essas duas Regiões também apresentaram a segunda menor TMI, em 2017.

Quanto a mortalidade materna, no período de 2000 a 2016, foram registrados 1.032 óbitos maternos no bioma amazônico, com destaque para Região Metropolitana da Grande São Luís que concentrou 37,4% desse total (386), por ser a

Região em que se encontra a capital do estado e ser a mais populosa. No total, o bioma amazônico foi responsável por 57,8% do total de óbitos maternos do Estado do Maranhão, no período analisado. Nota-se que houve uma elevação da quantidade de óbitos e, conseqüentemente, da Razão de Mortalidade Materna (RMM) no período de 2000 a 2016, tanto no bioma amazônico, como no Maranhão e Brasil. O maior destaque negativo foi na Região do Pindaré, que subiu de 3 para 10 óbitos no período analisado. Os municípios que mais contribuíram para essa piora, foram: Santa Inês, Alto Alegre do Maranhão e Igarapé do Meio. A Região do Pindaré apresenta um dos menores percentuais de mães com 7 ou mais consultas pré-natal, essa é uma das principais causas do aumento da mortalidade materna.

No que se refere a cobertura populacional de Equipe da Saúde da Família (ESF), que compõe o grupo de indicadores de cobertura, esta cresceu sistematicamente no bioma amazônico (chegou a 94,5% na média de jan-set/2018), mantendo-se sempre acima do Maranhão e do Brasil. As Regiões do Tocantins, Carajás e Metropolitana da Grande São Luís foram as que apresentam menor cobertura na série analisada, isso pode ser atribuído ao grande contingente populacional dessas regiões, por concentrarem municípios muito populosos, o que dificulta a cobertura do território, por demandar uma quantidade significativa de profissionais. Os municípios que mais pressionaram essas Regiões negativamente foram: Imperatriz, na Região Tocantins; Açailândia e Vila Nova dos Martírios, em Carajás; e Alcântara, São Luís e Paço do Lumiar, na RMGSL. Por sua vez, as demais Regiões apresentaram percentuais acima de 90% em quase toda a série, chegando a 100% em alguns anos, a exemplo da Baixada Maranhense, do Baixo Itapecuru, Gurupi, Mearim, do Eixo dos Rodoferroviários e dos Lençóis Maranhenses. Logo, os programas de incentivo e valorização dos profissionais na atenção básica, como o Programa de Valorização do Profissional de Atenção Básica – PROVAB e Programa Mais Médicos do Governo Federal foram fundamentais para a expansão da cobertura da ESF na RMGSL.

No bioma amazônico, a relação médico por mil habitantes (passou de 0,6 para 0,9) e enfermeiros por mil habitantes (que passou de 0,4 para 0,9) apresentaram sistemático crescimento no período de 2007 a 2010, embora ainda se encontre em patamar abaixo do recomendado por organismos internacionais, o resultado é superior à média do Maranhão (que passou de 0,5 pra 0,8, no período analisado). As únicas regiões com médias superiores à do bioma foram a Tocantins e a Metropolitana

de São Luís, que se justifica pela grande quantidade de cursos de formação de profissionais da saúde, que aumenta a oferta desses profissionais, e pela maior demanda de médicos e enfermeiros nos municípios de São Luís e Imperatriz, devida a maior concentração de equipamentos de saúde. Já os municípios com maiores relações de médicos por mil habitantes, em 2017, foram: São Luís (1,9); Imperatriz (1,5); Bacabal (1,0); e Cururupu (0,9).

Em 2017, a especialidade médica presente em todas as Regiões é a de Clínico Geral e da estratégia Saúde da Família (Atenção Básica). Médicos Pediatras, Ortopedistas e traumatologistas, Ginecologista e obstetra, Cirurgião Geral, Cardiologista, e Anestesiologista têm uma razoável distribuição nas Regiões e concentram-se, principalmente nas cidades-polo. No entanto, nota-se uma generalizada carência de profissionais especializados no interior do Estado, em áreas com elevado número de óbitos e de internações, a exemplo: cardiologia; geriatria; mastologia, oncologia, urologia, dentre outros.

Quanto ao número de leitos por habitantes, o bioma amazônico (passou de 2,9 para 2,4), assim como o Maranhão (de 2,7 para 2,2) e o Brasil (de 2,7 para 2,4), apresentaram uma redução na relação leitos por mil habitantes no período de 2006 a 2017. As Regiões do Alto Turi (-2,7), Mearim (reco de -2,1), Baixo Itapecuru (-1,9) e Lençóis Maranhenses (-1,4) apresentaram as maiores reduções. Os municípios maranhenses que apresentaram as maiores reduções foram: São Luís Gonzaga (Mearim); Zé Doca (Alto Turi); Godofredo Viana (Gurupi); Buritirana (Tocantins); Paulo Ramos (Imigrantes); Altamira do Maranhão (Mearim); Satubinha (Pindaré); Itapecuru Mirim (Baixo Itapecuru); Senador La Rocque (Tocantins); Primeira Cruz (Lençóis Maranhense).

Em meados do ano de 2018, o Conselho Federal de Medicina (CFM) alertou sobre a desativação de leitos do SUS nos estados e capitais brasileiras. São Luís foi destaque como uma das capitais que apresentou elevação de leitos do SUS. A RMGSL apresentou uma elevação de 323 leitos do SUS no período analisado, o que contribuiu para amenizar a redução no bioma amazônico.

3.3 Saneamento Básico

O Maranhão, com predominância de características rurais na maioria de seus municípios, possuía, segundo dados do IBGE (2010): 65,4% dos domicílios com

abastecimento de água via rede geral; 11,6% com esgotamento sanitário através de rede geral; e 55% com coleta de resíduos sólidos.

Com um contingente populacional que chega a 61,6% da população do Estado, os municípios localizados no bioma amazônico apresentaram um crescimento no indicador de atendimento de água por rede geral. Em 2000, a população atendida com rede geral nesses municípios, era de 415.034 habitantes e em 2010 esse número chegou a um total de 675.794 habitantes, que corresponde a 60,5%.

Em 2016, a população total atendida com abastecimento de água no Estado do Maranhão, segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), foi de 3.259.000 habitantes no ano de 2016, sendo que destes, 64,34% corresponde à população residente no bioma amazônico. Na área em estudo a Região Metropolitana da Grande São Luís é a que concentra o maior número de atendimentos; seguida da Região do Tocantins e a de Pindaré. Por outro lado, a Região do Baixo Turi, de Lagos e de Mearim apresenta uma das piores situações para o abastecimento, no que concerne ao total de atendimentos dentre as Regiões do bioma amazônico.

Os serviços públicos de esgotamento sanitário, assim como ocorre no abastecimento de água potável, são de responsabilidade do poder público municipal, mesmo que administrados em regime de concessão ou permissão, situação, que acontece na maioria dos municípios maranhenses.

Dos 108 municípios integrantes do bioma amazônico, 62% tem a CAEMA - Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão como principal prestadora de serviços de água e esgoto, atuando principalmente nas sedes municipais, em 8% os serviços são prestados, de forma direta, por alguma secretaria ou órgão municipal, em 5% por meio o SAAE (Sistema Autônomo de Água e Esgoto), 2% por empresa privada (BRK) e 27% não disponibilizaram a informação.

No Maranhão, segundo dados do Atlas Esgotos (2014), 60% do esgoto produzido não é coletado e nem tratado, 13% é coletado e não tratado, 22% é coletado por solução individual e apenas 3,9% de todo o Estado é coletado e tratado, sendo este concentrando na capital.

No território que abrange o bioma amazônico 66,8% dos domicílios não possuem serviços de esgotamento sanitário adequado, considerando sistema coletivo e individual, resultando em uma produção diária de esgoto sem tratamento, em torno

de 191. 851,66 m³/dia, lançados de forma inadequada, nas bacias hidrográficas maranhenses deste bioma.

Considerando a quantidade de domicílios com banheiros do bioma amazônico, este indicador obteve um expressivo aumento, saindo de 38,1% em 2000, para 67,3% em 2010, com tendências ao crescimento em virtude do cenário de investimentos de recursos federais e estaduais nos últimos anos, através de convênios para o setor. No entanto, o Maranhão passou do segundo estado com o maior percentual de domicílios que não tinham banheiro (83,6%) em 2014, para o primeiro em 2015 com 82,9%, seguido pelo Piauí (87,3%) e Acre (88,1%).

No Maranhão, segundo dados do IBGE, o número de domicílios atendidos com coleta de resíduos chegou a 1.483.388 em 2010, número 77% maior que o registrado no censo de 2000. Equivalente a 55,83%, bem abaixo da média nacional de 87,41%. Para o universo dos 108 municípios do bioma amazônico, o número foi de 632.244 domicílios atendidos o que corresponde a 65,7% do total. A Região Metropolitana da Grande São Luís e as Regiões Carajás e Baixo Itapecuru são as que apresentam melhores taxas de cobertura, enquanto as Regiões do Gurupi e Litoral Ocidental apresentam um percentual de cobertura inferior a 10%. As Regiões da Baixada Maranhense, Serras e Pericumã não dispõem de dados para o ano de referência

Dos 108 municípios integrantes do bioma amazônico, 81 informaram ao SNIS sobre características dos gestores e prestadoras dos serviços de saneamento, dos quais apenas 32 forneceram informações sobre manejo e coleta de resíduos sólidos, destes, em 93,8%, a administração pública direta atua como gestora dos serviços de manejo dos resíduos sólidos, que na prática restringe-se a coleta de resíduos.

No Maranhão, em torno de 95% dos municípios destinam seus resíduos de forma inadequada, pois há apenas dois aterros sanitários devidamente licenciados, existindo ainda mais de 250 lixões em todo estado, segundo dados da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais. Em relação ao bioma amazônico, apenas 5% dos municípios destinam os resíduos de forma ambientalmente adequada. A coleta seletiva é praticamente inexistente nos municípios do bioma, com exceção de São Luís e Imperatriz.

3.4 Déficit Habitacional

O déficit habitacional é calculado a partir da soma de quatro componentes: Domicílios precários (soma dos domicílios improvisados e dos rústicos); Coabitação familiar (somatório das famílias residentes em cômodos e daquelas conviventes secundárias com intenção de constituir um domicílio exclusivo); Ônus excessivo com aluguel urbano; e Adensamento excessivo de domicílios alugados. (FJP, 2013).

No ano de 2010, o déficit habitacional do bioma amazônico foi de 269.446 unidades, sendo 144.631 na área urbana e 124.815 na rural. Esse total do bioma correspondeu a 59,6% do Maranhão, cujo déficit no referido ano foi de 451.715 unidades (226.827 na área urbana e 224.868 na rural). A maior parte do déficit habitacional do bioma amazônico localizou-se na RMGSL (77.704), seguida de Pindaré (28.494), Pericumã (21.665), Tocantins (19.343) e Carajás (17.813).

Em relação ao déficit habitacional relativo ao total de domicílios particulares permanente, este foi equivalente a 26,2% no bioma amazônico, resultado inferior ao observado no Estado do Maranhão (27,3%) e superior ao do Brasil (12,1%).

3.5 Segurança

Os homicídios correspondem em média a mais de 90% do total de ocorrências de Crimes Violentos Não Letais Intencionais (CVNLI). Entre 2007 e 2014, o crescimento da taxa de homicídios no bioma amazônico foi constante e de ritmo acelerado, à taxa de 20% a.a. Contudo, no período de 2014-2017 é possível notar que houve atenuação na tendência de crescimento do indicador, que marcou taxa de 29,8 em 2017. Ressalta-se que a evolução e o patamar alcançado no fim do período da taxa violência letal no bioma amazônico foi superior ao do Maranhão que, em 2017, obteve taxa de 26,0 homicídios por 100 mil habitantes.

Em relação às notificações de Crimes Violentos Não Letais Intencionais (CVNLI) verificamos que no período de 2013-2017 houve crescimento de 16,7% desses tipos de ocorrência na região do bioma amazônico: em 2013 houve a notificação de 41.786 casos, que aumentaram para 48.747 em 2017. No entanto, o avanço de ocorrências de CVNLI não foi contínuo, verifica-se que 2015 registrou o pico da série com 52.179 casos, e desde então, a quantidade dessas notificações vem decrescendo.

O avanço dos casos de CVNLI, no período analisado, foi pressionado principalmente por aumentos de roubos (+26,4%), uma vez que ocorrências de estupros (+2,4%) tiveram menor avanço e, na contramão, reduziram-se os casos de lesão corporal dolosa (-6,6%).

3.6 Renda

Nota-se que entre os anos de 2000 e 2010 houve avanço do valor do rendimento nominal médio mensal dos domicílios (o indicador corresponde à soma dos rendimentos mensais dos moradores do domicílio) dos municípios do bioma amazônico, que passou de média de R\$ 624,9 no primeiro ano para R\$ 917,3, em valores constantes, correspondendo a taxa de crescimento anual de 3,9%. A taxa de crescimento do bioma amazônico por pouco foi superior a registrada pelo Estado (3,8%) e ainda 2,1 p.p. acima do crescimento registrado pelo Brasil (1,8%).

Na abertura por regiões que compõem o bioma amazônico, destaca-se a Região do Alto Turi (5,3%) que registrou a maior taxa de crescimento anual do indicador no período, seguida pela Região do Mearim (5,1%). Assim, as duas regiões destacadas registraram taxas superiores à do bioma e do Maranhão.

Em relação à população do bioma amazônico que vive em condições de extrema pobreza (rendimento domiciliar per capita de até 70 reais), em 2010, o percentual era de 24,4%, ficando um pouco abaixo do patamar do Estado, de 25,8%. A Região dos Carajás (22,1%) e do Tocantins (11,4%) foram as que apresentaram percentual de extremamente pobres abaixo da média do bioma, por outro lado, destaca-se negativamente com o maior percentual no indicador a Região dos Lençóis Maranhenses (56,8%).

Em se tratando de transferência de renda, em 2017 foram transferidos R\$ 2,4 milhões em benefícios do Programa Bolsa Família (PBF) ao Maranhão, sendo que desse total R\$ 1,4 milhões foram destinados às famílias beneficiárias do bioma amazônico. No bioma amazônico, 53,1% da população residente tem origem de seu rendimento originária desses programas.

3.7 IDHM

Para contribuir na análise das condições de vida utilizou-se também o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM). A análise do IDH-M do bioma

amazônico evidenciou uma evolução gradual no padrão de desenvolvimento humano da região, uma vez que a média do referido índice saiu de 0,268 (muito baixo DH) em 1991; para 0,395 (muito baixo DH) em 2000 – seguindo a tendência observada no Maranhão, que saiu de 0,357 (muito baixo DH) em 1991, para 0,476 (muito baixo DH) em 2000. Entretanto, enquanto no Estado o resultado de 0,639 alcançado em 2010 o situou na faixa de médio DH, no bioma amazônico, o IDH-M equivalente a 0,576 o classificou na faixa de baixo DH, o que indica a necessidade de realização de investimentos para superar os gargalos existentes na região.

A análise do IDH-M do bioma amazônico evidenciou uma evolução gradual no padrão de desenvolvimento humano da região, uma vez que a média do referido índice saiu de 0,268 (muito baixo DH) em 1991, para 0,395 (muito baixo DH) em 2000, seguindo a tendência observada no Maranhão, que saiu de 0,357 (muito baixo DH) em 1991, para 0,476 (muito baixo DH) em 2000. Entretanto, enquanto no Estado o resultado de 0,639 alcançado em 2010 o situou na faixa de médio DH, no bioma amazônico, o IDHM equivalente a 0,576 o classificou na faixa de baixo DH, o que indica a necessidade de realização de investimentos nas áreas de educação, saúde e renda para elevar o grau de desenvolvimento da região.

3.8 IVS

Para complementar a análise das condições de vida da população no bioma amazônico, utilizou-se outro indicador, O Índice de Vulnerabilidade Social (IVS). A análise do IVS do bioma amazônico indicou que houve uma melhoria tanto no índice agregado, quanto em suas dimensões, entre 2000 e 2010. Entretanto, apesar do avanço observado nas três dimensões do IVS – o que evidencia uma melhoria nas condições de saúde, educação e rendimento –, todas permaneceram na faixa de muito alta vulnerabilidade social, indicando que fortes investimentos devem ser realizados em todas as áreas que compõem o referido indicador, sobretudo na de Infraestrutura Urbana que foi a que apresentou o menor avanço.

4 ESTRUTURA PRODUTIVA

Buscou-se fazer uma análise do Produto Interno Bruto (PIB), tanto do Maranhão quanto das regiões circunscritas no bioma amazônico maranhense. Além disso, faz-se uma desagregação do PIB por setor e atividade dentro de cada região, a fim de identificar quais delas são mais dinâmicas e qual sua parcela de contribuição, tanto no próprio bioma quanto no estado. Além disso, buscou-se fazer um mapeamento das cadeias produtivas no bioma amazônico, além de identificar as potencialidades de expansão nas regiões em estudo.

É sabido que o setor de maior dinamismo econômico, não somente do Maranhão, mas comumente dos demais estados é o setor terciário, com destaque para as atividades de Comércio e Administração Pública (APU). Principalmente esta última, apresenta maior destaque nos municípios, em especial, àqueles que possuem população abaixo de 50 mil habitantes.

Entre 2010 e 2016, houve uma evolução crescente no PIB maranhense, mesmo considerando-se a recessão juntamente com a seca que afetaram o produto em 2015 e 2016. Assim, com relação à dinâmica do PIB do Maranhão entre os primeiros seis anos da década de 2010, pode-se destacar: no âmbito externo, o desempenho das exportações de *commodities* (principalmente a soja); e no nacional, o aumento de recursos destinados ao financiamento imobiliário, somado aos ganhos reais das famílias maranhenses (decorrentes tanto dos programas sociais de transferência de renda e de valorização do salário mínimo quanto do maior dinamismo do mercado de trabalho) e o aumento das transferências constitucionais para os estados e municípios; e no âmbito estadual, a implantação de grandes projetos com destaque para a Geração de Energia e Extrativismo Mineral e o aumento dos investimentos públicos em infraestrutura.

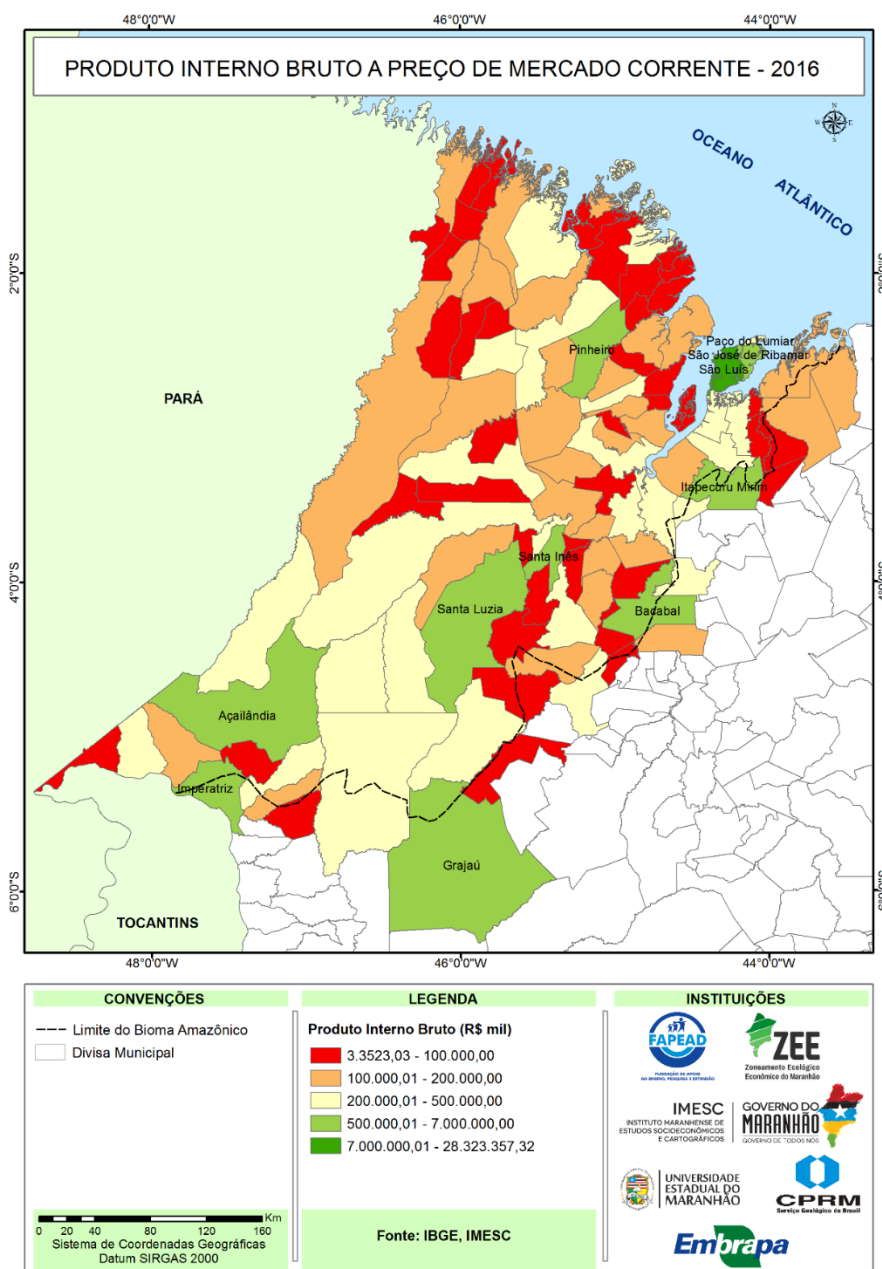
Além disso, é possível observar, segundo destacado na **Figura 3**, que o volume de riqueza gerada pelos municípios do bioma amazônico, não é uniforme, o que denota as diferenças existentes na estrutura produtiva de cada um individualmente.

Conforme já mencionado, a análise do PIB do Maranhão indicou que o último biênio desse período foi marcado pelo baixo ritmo de atividade econômica no estado, com retrações de 4,1% e 5,6%, respectivamente. Vale ressaltar, que essas

variações marcaram a reversão de uma série de 12 anos de taxas positivas de crescimento real do referido indicador.

Tal resultado refletiu o baixo dinamismo econômico observado no país e foi impulsionado pelos resultados negativos de todos os setores de atividade. No caso do Maranhão, o resultado por setores em 2016 foi: Agropecuário (-29,3%), seguido da Indústria (-5,8%) e do setor de Serviços (-1,9%).

Figura 3 - Produto Interno Bruto por municípios da Região do bioma amazônico 2016



Fonte: IBGE, IMESC (2018)

Além do cenário de crise econômica vivenciada pelo país, a escassez de chuvas regulares que ocasionou prejuízos principalmente na produção de grãos, mas também em outras lavouras temporárias. Nas indústrias da construção civil (-12,4%) e de transformação (-7,4%), o baixo desempenho impactou negativamente o setor industrial do Estado e as mudanças nas decisões de compra dos consumidores em virtude de um menor otimismo contribuiu fortemente para o baixo desempenho do setor de serviços (-1,9%).

Como o PIB dos municípios inseridos no bioma amazônico corresponde a 70,1% do PIB maranhense em 2016, os resultados do estado refletiram diretamente o dinamismo observado nesse conjunto de municípios do bioma amazônico. Destaca-se ainda que a RMGSL e as regiões do Tocantins e do Carajás apresentaram as maiores participações relativas no PIB do Maranhão, correspondentes a 38,3%; 9,0%; e 4,1%, respectivamente.

No que tange à análise das regiões do bioma amazônico por setor atividade econômica, observou-se no setor terciário que o Comércio foi predominante apenas na RMGSL e nas regiões do Tocantins, Carajás, Mearim e Pindaré. Nas demais regiões, por sua vez, a Administração Pública apresentou maior representatividade no referido ano.

Quanto ao PIB *per capita* do bioma amazônico, observou-se diferenças significativas entre as regiões, cujos maiores valores, em 2016, foram observados em: Tocantins (R\$11.957,11); Carajás (R\$10.517,72); Eixos Rodoferroviários (R\$10.260,69) e RMGSL (R\$9.347,92) – todos situados abaixo do PIB *per capita* do estado, que foi equivalente a R\$12.264,28.

Analisando-se o setor primário maranhense, destaca-se que ele concentra, em média, cerca de 10% do Valor Adicionado (VA) Total. Considerando o período que vai de 2010 até 2016, o VA do setor agropecuário maranhense variou entre 8,0% (mínimo) em 2016 e 11,4% (máximo) em 2013. Contudo, a baixa participação desse setor em relação ao total, diz respeito simplesmente ao baixo valor agregado que é gerado nesse ramo da economia, posto que ele concentra o maior número de ocupados no bioma amazônico, deste modo, arrefecimentos neste setor representam maior precariedade nas condições de vida das pessoas em situação de renda próximo da extrema pobreza.

É importante mencionar que grande parte do setor primário no Maranhão está concentrado em atividades de cultivo de cereais e produção de grãos, além da

pecuária, sendo que a atividade da pecuária se mostra mais representativa no bioma amazônico que no restante do Estado. Vale destacar também, as atividades de Exploração Vegetal e Silvicultura, que estão concentradas em alguns municípios circunscritos na área do bioma amazônico, justamente para atender a produção industrial de polpa de celulose instalada na região de Imperatriz.

Partindo para as especificidades do setor primário dentro do bioma amazônico maranhense, os estudos elaborados no âmbito do ZEE-MA mostram que ainda falta uma diversificação produtiva no bioma quando se trata de atividades como, por exemplo, a pesca, aquicultura e produção de mel, que apontam a necessidade do desenvolvimento de políticas públicas de estímulo a estas atividades. No caso da pesca, especialmente nas regiões do Gurupi, Litoral Ocidental e RMGSL, a partir das atividades de campo, foi possível detectar uma extrema precariedade no desenvolvimento destas atividades, fazendo com que grande parte do pescado encontrado seja comercializado a partir de estados vizinhos, como Pará e Ceará.

O Estudo também identificou alguns estabelecimentos agroindustriais na região do bioma amazônico maranhense, sendo que em termos de produto, a produção de farinha de mandioca apresentou destaque, principalmente nas regiões da Baixada Maranhense e Litoral Ocidental, cujo peso em relação às demais atividades foi de mais de 90%. Por outro lado, quando se trata isoladamente das atividades em relação ao total de agroindústrias inseridas no bioma amazônico, a fabricação de Goma de Mandioca se destaca na Região Metropolitana de São Luís, cujo número de estabelecimentos concentra cerca de 40,3% nessa atividade. É importante destacar que a agroindústria é responsável por agregar valor à produção agropecuária, pois a comercialização dos produtos *in natura*, apesar de sua importância, não consegue gerar uma renda tão significativa quanto um produto derivado ou beneficiado. Portanto, o fortalecimento das agroindústrias nos municípios maranhenses deve ter um olhar diferenciado, haja vista sua importância na agregação de valor.

Quanto a produção Extrativa Vegetal na Amazônia maranhense, cerca de 83,9% é concentrada na extração de lenha, o que representa uma ameaça para o bioma. Por outro lado, considerando-se a produção de lenha em cada região separadamente, observou-se que ela é a atividade principal do extrativismo na maioria delas, cuja representatividade gira em torno dos 82%, em média, com exceção do Baixo Itapecuru (4,8%), Imigrantes (24,6%) e Mearim (32,9%). Na Região do Litoral

Ocidental, por exemplo, essa atividade chega a representar 99,2%. Na Silvicultura, a produção ocorre em basicamente três regiões do bioma amazônico: Carajás, Serras e Tocantins. Isto se deve principalmente pela implantação recente de indústria de papel e celulose, especialmente em Imperatriz e das guseiras em Açailândia.

Na Aquicultura, a única região que não tem representatividade é o Litoral Ocidental, sendo que entre as demais, destaca-se a RMGSL na criação de Tilápia, que representa cerca de 35,8% do total do bioma amazônico.

Analisando-se a pecuária nas regiões circunscritas na Amazônia maranhense, as três regiões que mais se destacam são Pindaré, RMGSL e Carajás. Na região de Carajás, por exemplo, o município que mais se destaca é Açailândia, com 345.385 cabeças, sendo 260.482 bovinos, 258 bubalinos, 5.316 equinos, 544 asininos, 2.044 muares, 1.573 caprinos, 5.586 ovinos, 7.099 suínos e 62.483 galináceos. Na região do Pindaré é Pindaré-Mirim com 638.894 cabeças, sendo 8.739 bovinos, 262 equinos, 44 asininos, 121 muares, 246 caprinos, 330 ovinos, 319 suínos e 628.83 galináceos.

Quanto a produção de origem animal, constatou-se que as regiões do Alto e Baixo Turi respondem por 27,0% e 24,8% da produção de mel respectivamente, sendo que quando comparada à produção do estado, somente os municípios do bioma amazônico respondem por 99,2% do mel produzido.

Portanto, ao analisar o setor primário, observou-se que apesar da diversificação de atividades que vão, desde a agricultura, perpassando pelo extrativismo até a pecuária, são atividades de baixo valor agregado, contudo, de extrema importância econômica e também, de preocupação em termos ambientais, pois essas atividades podem afetar o bioma de forma negativa, resultando em supressão de vegetação amazônica, queimadas, assoreamento de rios e lagos, etc.

Quanto ao setor secundário, a participação da Indústria na composição do PIB dos municípios que compõem o bioma amazônico, por sua vez, foi equivalente a 16,5%, no ano de 2016. No que tange às atividades econômicas de maior peso no VAB do setor secundário do bioma amazônico, observou-se que a Indústria da Construção foi predominante na maioria das regiões.

No que concerne à Indústria Extrativa Mineral, observou-se que a maioria das empresas formais existentes no estado se situou no bioma amazônico, o equivalente a cerca de 50,7%, com predominância das microempresas. Contudo, vale ressaltar que a Indústria Extrativa Mineral no bioma amazônico maranhense representa apenas

0,66% no total do setor secundário no próprio bioma e 0,49% no VA total do setor secundário maranhense. Dentre os principais produtos com potencial de exploração na área em estudo pode-se destacar: a extração de ouro no Gurupi, no Pericumã e no Baixo Turi; e a extração de minério de ferro e de alumínio nas regiões do Carajás e dos Imigrantes.

Já em relação à Indústria de Transformação nos municípios do bioma amazônico, cujo peso no VA do setor é de 31,9% e no VA total do estado é de 5,5%, também se observou que a maioria dos estabelecimentos formais existentes no Maranhão se situou no bioma amazônico (74,8%), com predomínio de microempresas. Quanto às atividades de maior destaque no bioma amazônico, em 2016, pode-se destacar: a fabricação de produtos do refino do petróleo, a produção de alumínio e suas ligas em formas primárias, e a fabricação de cervejas e chopes, em São Luís; a produção de ferro-gusa, em Açailândia; e a fabricação de celulose e outras pastas para a fabricação de papel e celulose, em Imperatriz.

O setor de Serviços Industriais de Utilidade Pública (SIUP), por sua vez, concentrou 60,4% do total de estabelecimentos do estado no ano de 2016, com predominância de microempresas situadas sobretudo em São Luís. Cabe destacar, que as atividades de maior representatividade do referido setor na área em estudo foram as de geração e distribuição de energia elétrica, já que o bioma amazônico concentra 7 usinas termelétricas. Em termos de participação, essa atividade nos municípios do bioma amazônico representa cerca de 11,7% no total do setor. Já quando se trata do peso dessa atividade no VA total do estado, ela contribui com somente 2,3%.

Quanto ao setor terciário do bioma amazônico, observou-se a predominância da atividade do Comércio nos municípios de São Luís (RMGSL), Santa Inês (Pindaré) e Imperatriz (Tocantins), sendo que a APU apresentou maior relevância nos demais municípios. Em se tratando dos municípios circunscritos no bioma amazônico do Maranhão, cabe destacar que o peso da APU no setor terciário equivale a 22,4%, ao passo que quando se compara o peso dessa atividade no VA total, isto é, considerando a soma de todos os setores, a APU representa 16,7%. Cabe destacar ainda, que a maioria dos estabelecimentos formais do Maranhão se situou na área em estudo, abrangendo cerca de 78,4% do total do estado, também com predominância de microempresas.

É importante destacar, que a análise do valor adicionado fiscal do setor de Serviços das regiões do bioma amazônico indicou a maior representatividade da RMGSL. Dentre as atividades de destaque nessa região, em 2016, pode-se destacar: a de restaurantes e similares; a de fornecimento de alimentos preparados preponderantemente para empresas; e os transportes ferroviário e rodoviário de cargas.

Em relação ao Comércio no bioma amazônico maranhense (14,8% no VA dos Serviços e 11,7% no VA total), também se observou que a maioria dos estabelecimentos formais do estado se situam no referido bioma, o equivalente a cerca de 68,9% do total do Maranhão, com predominância de microempresas. Quanto a representatividade das regiões nessa atividade, destaca-se que a RMGSL e as regiões do Tocantins, do Carajás, do Pindaré e Mearim foram as que apresentaram maior destaque durante o período em tela.

Dentre as atividades que mais se destacaram, pode-se citar: comércio atacadista de álcool carburante, biodiesel, gasolina e demais derivados de petróleo, exceto lubrificantes; comércio atacadista de lubrificantes; comércio atacadista de mercadorias em geral, com predominância de produtos alimentícios; e comércio varejista de combustíveis para veículos automotores, todas na RMGSL.

5 INFRAESTRUTURA ECONÔMICA

O eixo Infraestrutura Econômica teve como propósito a caracterização dos modais e a logística multimodal de transporte no bioma amazônico. Foi possível diagnosticar a infraestrutura energética do Estado, com destaque para a distribuição e consumo de energia elétrica, e por fim, analisar a cobertura de telecomunicação nos municípios que compõem o bioma.

5.1 Transporte

Atualmente (2018), as rodovias estaduais e federais no Maranhão somam 6.872km de extensão pavimentada. Em recente pesquisa, a Confederação Nacional de Transporte (CNT) constatou que, dos 4.647 km de rodovias avaliados em 2018, 2.733km são classificados em regular, ruim ou péssimo, representando 58,4% das rodovias do estado. Essas deficiências resultam em um acréscimo de 31,3% no custo operacional de transporte, sendo necessário um investimento de mais de R\$ 1,92

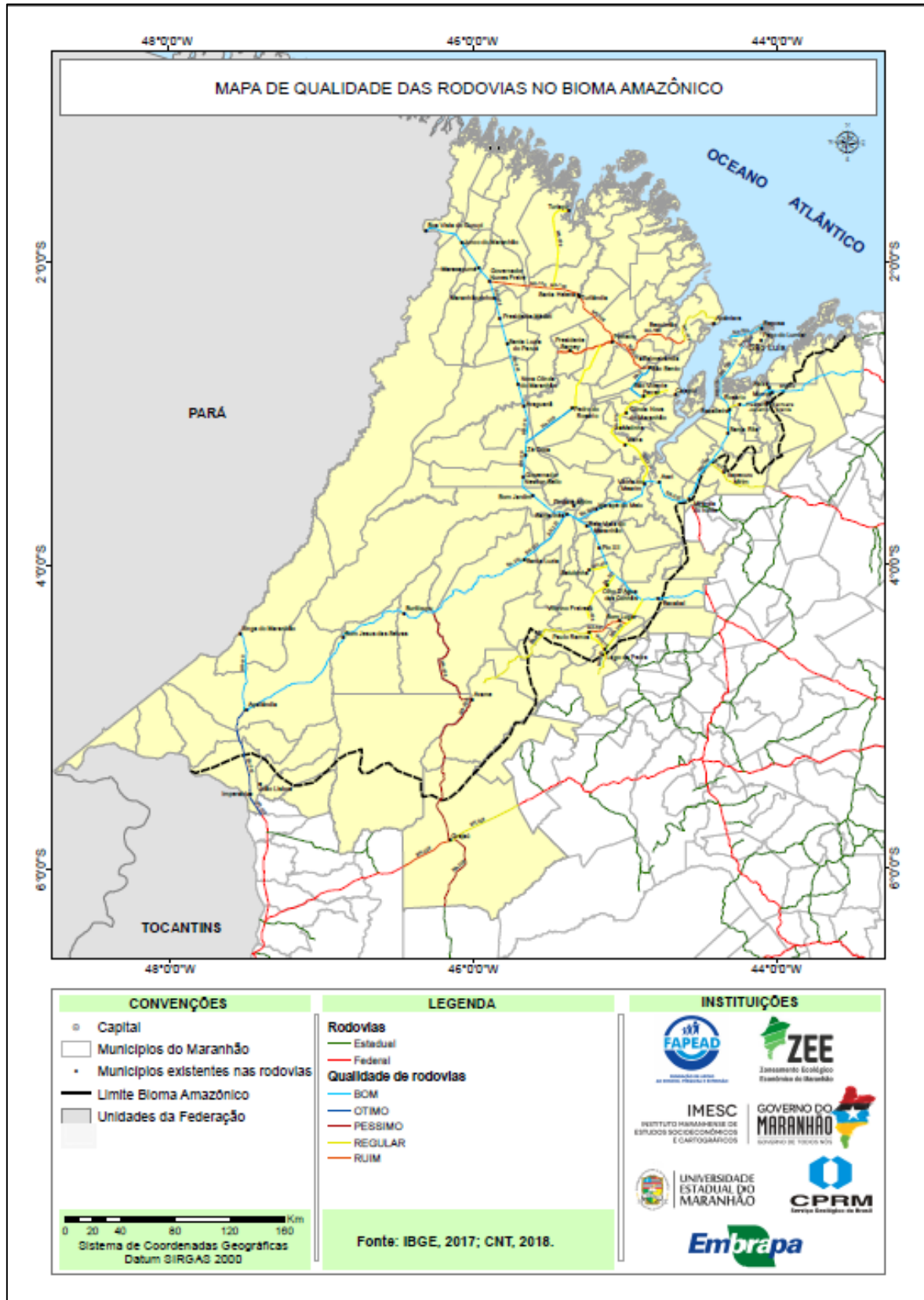
bilhão para as ações emergenciais de reconstrução e restauração das vias, além de R\$ 618,46 milhões para manutenção dos trechos desgastados (CNT, 2018).

Na região do bioma amazônico, as rodovias existentes se veem sobrecarregadas pelo transporte de cargas e passageiros, concentrando o fluxo principalmente na BR-222, rodovia estruturante que liga a Região dos Carajás a Região Metropolitana da Grande São Luís.

Percebe-se que dentro do bioma amazônico, existem poucas rodovias (tanto estaduais e federais) que cortam a região (

Figura 4), sendo o fluxo concentrado principalmente nas BRs, o que acarreta maiores congestionamentos e desgaste por excesso de peso do transporte de cargas e passageiros.

Figura 4 - Qualidade das rodovias do bioma amazônico



Fonte: Registros de Pesquisa (2019)

Já em relação a frota de veículos, o bioma concentra grande parte do quantitativo estadual. A taxa de motorização mede a quantidade de habitantes a cada veículo (carro e motocicleta). Apesar de possuir a maior frota e ter um crescimento expressivo em 2010 (+172% em relação a 2001), a RMGSL possuía 1 carro/moto para 6,62 habitantes, valor superior ao registrado na região do Tocantins (1 carro/moto para 5,25 habitantes). Essa diferença foi ampliada em 2018, em que RMGSL registrou 1 carro/moto para 4,2 hab., enquanto Tocantins registrou 1 carro/moto para 2,97 hab. A média do bioma amazônico é de 1 carro/moto para 5,07 habitantes.

Com enfoque em Imperatriz, que foi o município que teve crescimento de 152% do quantitativo de carros e motocicletas entre os anos de 2010 a 2001 e aumento de 90% entre 2018 a 2010, o movimento se deu pelo processo de crescimento econômico com o desenvolvimento dos setores de comércio, serviços e indústria que teve impacto na região como um todo, além da falta de investimentos em transporte público, levando a ser considerada a região mais dependente de veículos.

Em relação ao transporte intermunicipal, grande parte dos municípios do bioma amazônico não apresentam rodoviária local, foram identificados apenas 28 terminais rodoviários. Os demais municípios que não possuem a estrutura rodoviária utilizam pontos alternativos ao longo da cidade para o embarque e desembarque de passageiros.

Outro modal de transporte que se destaca é o ferroviário, em que as três ferrovias que circulam no Estado do Maranhão passam pelo bioma amazônico: a Estrada de Ferro Carajás (EFC), a Ferrovia Norte-Sul (FNS) e a Ferrovia Transnordestina Logística (FTL). Essas ferrovias movimentaram em 2018 o volume de 212.343 milhões de toneladas úteis, sendo a EFC é responsável por 95% desse quantitativo. Nos anos de 2017-2018 a EFC movimentou mais do que qualquer outra ferrovia do país (205.407 mi TU), enquanto a FTL ficou na penúltima colocação dentre as ferrovias do país em termos de movimentação (1.171 mi TU).

O transporte marítimo é o modal que apresenta maior representatividade no transporte de cargas. Segundo o Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços – MDIC, 99,9% das mercadorias exportadas no estado utilizaram esse modal em 2017. É importante destacar que entre o período compreendido entre 2001 e 2017, o terminal do Porto do Itaqui apresentou crescimento contínuo, sendo que o crescimento médio anual observado nesse período foi de 1,5% a.a. somando granéis

sólidos, líquidos e cargas geral. Mesmo considerando o período da grande recessão econômica mundial vivenciado no final da década de 2010, foi constatado que a partir desse último ano, o volume de cargas cresceu mais rapidamente que durante os dez anos contados a partir de 2001. De outro modo, é possível afirmar que entre 2001 e 2010 o volume de carga apresentou retração de 1,9% a.a., ao passo que somente entre 2010 e 2017, o volume total cresceu, aproximadamente, 6,0% a.a., tendo recuperado as perdas sofridas nos anos anteriores.

No último ano analisado, 66,4% da movimentação do porto correspondeu a Graneis Sólidos, 25,7% a Graneis Líquidos e 7,9% a Carga Geral, em que as principais mercadorias foram: Graneis Sólidos: fertilizantes, ferro-gusa, manganês, calcário, coque, antracita, bentonita, carvão, clínquer, escória, cobre, soja, farelo de soja, milho, trigo, arroz e malte; Graneis Líquidos: derivados de petróleo, GLP, óleo vegetal (soja), soda cáustica, álcool e etanol e Carga Geral: contêineres, alumínio, celulose, trilhos, fluoreto, cimento e bois vivos.

O setor aeroviário ainda está se desenvolvendo no estado como um todo. No bioma amazônico estão registrados 23 Aeródromos públicos (26,1%) e privados (73,9%), correspondendo a 43,4% do total de Aeródromos do Maranhão. Os aeroportos de maior porte localizam-se na Região do Tocantins, no município de Imperatriz, e na Região Metropolitana de São Luís, no município de São Luís.

5.2 Energia

Atualmente, o Maranhão é o Estado com a quinta maior capacidade de geração de energia do Nordeste, somando 2.366 MW de capacidade instalada, o que corresponde a 10,7% da capacidade de geração regional e 1,87% do total do Brasil.

Em relação ao consumo de energia, em 2015, o Estado consumiu 5,84 trilhões de MWh destes, 4,05 trilhões de MWh foram consumidos em domicílios das cidades integrantes do bioma, representando 69,4% do consumo do Estado.

Dos 2.261.603 domicílios ativos do estado, 1.417.215 domicílios estavam na região do bioma amazônico, com principal concentração nos municípios de São Luís (417.854 domicílios), Imperatriz (106.944 domicílios), São José de Ribamar (85.788 domicílios), Paço do Lumiar (41.622 domicílios) e Açailândia (40.661 domicílios), sendo possível perceber que a concentração de domicílios consumidores

de energia elétrica dá-se em torno das duas cidades mais populosas do Estado, São Luís e Imperatriz.

Os tipos de consumo mais expressivos no bioma amazônico são o Residencial, com 1.270.169 domicílios (89,6% do total), Comercial, com 103.243 (7,3% do total), Rural, com 21.457 (1,5% do total) e do Poder Público, com 13.012 (0,9% do total). Os outros tipos (Industrial, Iluminação, Serviços Públicos e Próprios) juntos somam 9.334 domicílios, representando 0,7% da quantidade total de domicílios no ano de 2015.

Quanto às regiões que tiveram maior crescimento no consumo de energia, entre 2004 e 2015, destaca-se a região do Gurupi, que cresceu à taxa de 17,83% a.a., e a região dos Lençóis Maranhenses, com variação positiva de 13,4% a.a. Os crescimentos mais tímidos foram da região de Carajás, com 3,59% a.a., e do Pindaré, com 6,89% a.a. O bioma amazônico como um todo, obteve crescimento similar ao do Estado, 7,63% a.a. na região do bioma amazônico *versus* 7,67% a.a. no Estado. É válido ressaltar que 86% dos municípios do bioma tiveram taxa de crescimento anual superior à 7,67% a.a., isto é, acima da média estadual.

5.3 Telecomunicações

As telecomunicações abrangem diversos tipos de transferência de dados que incluem rádio, televisão, telefonia, internet, etc. A telefonia fixa foi, durante boa parte do final do século XX, o principal veículo de comunicação entre pessoas, mas esse setor perdeu forças devido ao avanço tecnológico em outros meios. O Brasil apresentou uma taxa de -3,93% a.a. em relação à quantidade de linhas fixas entre 2007 e 2018, já o Maranhão obteve variação negativa ainda maior no período, com -7,94% a.a. e o bioma amazônico a variação foi ainda mais intensa que a do Estado, com -8,26% a.a. Destaca-se a região de Lagos, que manteve em 2018 pouco mais de 11% das linhas que possuía em 2007. Em 2018, a região do bioma amazônico representava 75,2% das linhas telefônicas instaladas e ativas no Estado. As regiões que representam a maior fatia da Região do bioma são a Metropolitana da Grande São Luís e a região de Tocantins, com 61,8% e 10,1% de participação, respectivamente.

Em se tratando da telefonia móvel, dos 1.784 pontos de transmissão de sinal do estado do Maranhão, 73,5% estão na região do bioma, sendo 40,9% na região

da Grande São Luís (55,6% em relação ao total da região do Bioma), e 7,8% na região do Tocantins (10,7% em relação à região do Bioma). Quanto à quantidade de habitantes por pontos de distribuição, a região que possui maior quantidade de pontos é a RMGSL, com 1 ponto a cada 2,22 mil habitantes, enquanto a que possui menor quantidade de pontos é a Região de Imigrantes, com pelo menos 8,14 mil habitantes por ponto de distribuição.

Outro tema importante é o acesso à internet por banda larga, sendo que a região do bioma amazônico maranhense representava, em novembro de 2018, 83,3% do total de acessos do Estado do Maranhão, em especial por conta da região da Grande São Luís, que representava 67% dos acessos no Estado e 80,4% dos acessos do bioma.

Os acessos cresceram exponencialmente entre 2010 e 2018, com variação de 18,75% a.a. na região do bioma, em comparação a 20,16% a.a. no Estado. A cidade que mais cresceu foi Paço do Lumiar, na RMGSL, que em 2010 tinha 14 acessos e, com variação de 127,68% a.a., chegou em 2018 com 6.372 acessos. Outra cidade em que o número de acessos cresceu em variação superior a 100% a.a. foi São João Batista, na região do Pindaré que saiu de 6 para 1.553 acessos de internet fixa. A internet exerce um papel fundamental na sociedade contemporânea, com potencial comunicador, informativo, emancipador e educativo. Se faz necessário o incentivo e investimento para ampliar o acesso do serviço à sociedade.

6 EMPREGO E RENDA

O trabalho, sendo sinônimo de realização de uma atividade humana com ou sem objetivo de remuneração, sempre representou um papel fundamental em qualquer estrutura econômica e social que já tenha sido criada, independentemente da época histórica que esteja sob análise (MAURICI, 2007).

Entende-se que a realidade local do mercado de trabalho é um fenômeno decorrente de um histórico de desigualdades sociais, desenvolvimento regional marginalizado (no âmbito da região Nordeste), no contexto do capitalismo global, notado inclusive pelo espaço preenchido pelo Brasil na divisão internacional do trabalho.

Historicamente entranhado a uma estrutura produtiva de baixo grau de especialização produtiva, o mercado de trabalho maranhense mostra-se bastante

heterogêneo e rico em especificidades, com traços inclusive culturais e de costumes, que repercutem nas expectativas das pessoas e nas práticas dos empresários (demandantes de mão de obra).

Na década de 2000 constatou-se que a dinâmica de mercado incorporou uma série de trabalhadores em todo o país. Conforme dados da Pesquisa Mensal de Empregos, isto ficou refletido na taxa de desocupação. Portanto, a diminuição da desocupação, aliada ao aumento do rendimento dos trabalhadores em virtude, principalmente, da política de valorização do salário mínimo, contribuiu para reduzir o grau de desigualdade no mercado de trabalho nesse período.

No Maranhão, a PEA, ao contrário da PIA, apresentou na década de 2000 um ritmo de crescimento anual (1,60% a.a.) abaixo do ritmo nacional (1,73% a.a.). Em função disso, a Taxa de Atividade teve queda no Maranhão (-1,6 p.p.) nesse período, ao contrário do observado no plano nacional (+1,1 p.p.). Por sua vez, o bioma amazônico apresentou estabilidade nesse indicador. Cerca de 70% das regiões apresentaram redução de suas Taxas de Atividade, sendo que as duas variações negativas mais expressivas, em pontos percentuais, foram as apresentadas pelas regiões Lençóis Maranhenses (-10,1 p.p.) e Baixada Maranhense (-9,3 p.p.).

Vários fatores podem explicar o crescimento da parcela de pessoas economicamente ativas ter crescido menos de que o fator populacional (pessoas em idade ativa): um crescimento baixo da oferta de postos de trabalho, o aumento da procura por estudo, que retira provisoriamente as pessoas do mercado de trabalho, entre outros. etc.

Em termos de Taxa de Ocupação entre 2000 e 2010, o resultado na região do bioma amazônico foi positivamente maior que o do estado (aumento 4,3 p.p. para a região do bioma amazônico *versus* 3,2 p.p. para o Maranhão).

Dentre as 17 regiões do bioma amazônico, 13 apresentaram variação da População Ocupada superior à variação do PEA entre 2000 e 2010 – o mesmo ocorre para o Brasil, para o Nordeste e para o Maranhão –, o que representa geração de ocupações maior que o aumento populacional do período, portanto, amenizando a dívida social.

6.1 Grupamentos de Atividade

Considerando abertura por setores de atividade do IBGE, os Serviços Industriais de Utilidade Pública - SIUP (+8,52% a.a.) e a Indústria Extrativa (+9,01%

a.a.) foram aqueles que apresentaram crescimento mais significativo no bioma amazônico.

Em relação ao SIUP, a aceleração do crescimento está diretamente relacionada aos programas de investimentos destinados à ampliação da rede de saneamento básico, rede de distribuição de energia elétrica, entre outros. A região Gurupi (+40,63 a.a.) apresentou o maior crescimento, liderado pelo município Cândido Mendes (+ 14,13% a.a.).

No que se refere à Indústria Extrativa (+9,1% a.a.), o crescimento do número de ocupados seguiu a intensificação da demanda por trabalho principalmente na indústria extrativa de minerais metálicos. Em termos de crescimento anual médio nesse setor, se sobressaem principalmente as regiões: Eixo Rodoferroviários (16,99 %a.a.), sobretudo devido ao município São Mateus (3,39% a.a.) e a região do Gurupi (16,68%a.a.), em especial, o município Cândido Mendes (18,15% a.a.).

Conforme os dados do Censo Agropecuário (2017), os trabalhadores ocupados na Agropecuária no bioma amazônico representavam 30% no quantitativo de ocupados nesse setor no estado em 2006, passando a assumir uma participação de 63% em 2017. Atingiu mais que o dobro, portanto, em onze anos. Parte disso ocorreu devido à ocorrência da estiagem relacionada ao forte El Niño (2014-2016) na região leste e central do estado. Esse fator contribuiu para queda de mais de 370 mil ocupações no Maranhão, segundo a PNAD Contínua. Os dados mostram que a lavoura não especificada, atividade intrinsecamente relacionada à produção familiar, foi o segmento da Agropecuária que apresentou maior desmobilização. (IMESC, 2018)

Entre 2006 e 2017, esse setor cresceu 3,56% a.a. no Bioma (+139,3 mil), enquanto decresceu 3,22% a.a. no Estado (-299,5 mil). Portanto, identifica-se que a questão da estiagem (2014-2016) exerceu impactos no sentido de retardar a tendência estrutural de decréscimo de trabalho no campo no bioma amazônico, pois, a região absorveu parcela da mão de obra rural de outras regiões maranhenses. Não estando disponível comparação entre a abertura da agropecuária por seções de atividade nessas pesquisas censitárias, convém trazer os maiores destaques, em termos de regiões no Bioma.

Em termos de evolução do número de ocupados, a maior variação absoluta ocorreu na região do Pericumã, com o incremento de 30,6 mil pessoas ocupadas (5,22% a.a.), sobretudo em Bequimão (+5,1 mil). O município passa atualmente por

investimento em uma ponte que fará a ligação com Central do Maranhão, e conforme diagnosticado em pesquisa de campo, há potencial para o maior incremento de ocupações no setor agropecuário em virtude das vantagens que surgirão em termos de escoamento da produção, por gerar maior aproximação viária com a Grande São Luís.

6.2 Posição na Ocupação e Categoria do Emprego

O processo de reestruturação do mercado de trabalho brasileiro na década de 2000 foi caracterizado pela expansão acelerada dos empregos assalariados com registro formal em segmentos organizados e pela redução na participação relativa do desemprego, das ocupações sem registro, sem remuneração e por conta-própria.

Conforme o Censo Demográfico do IBGE, as regiões de Tocantins (+12,5 p.p.), Carajás (+11,2 p.p.) e Grande São Luís (+10,6 p.p.) apresentaram ganhos de participação da categoria emprego com carteira acima da média do bioma amazônico (+9,4 p.p.), Maranhão (+9,3 p.p.), Nordeste (+7,9 p.p.) e Brasil (+8,8 p.p.). Em contrapartida, as regiões como a Baixada Maranhense, Imigrantes, Mearim, Lagos e Baixo Turi passaram por redução no quantitativo de ocupados.

A economia informal, em suas várias formas, mantém relações inseparáveis com o setor formal. Os trabalhadores informais dependem do movimento do trabalho formal, da renda desse setor, para sobreviver. Isso significa, que a dinâmica do trabalho formal influencia na dinâmica do trabalho informal, diretamente, através da renda.

Os dados demonstram que no início do século XXI os municípios que compõem o bioma amazônico (24,7%) estavam em pior situação, no tocante ao trabalho informal que aquele registrado no nível Estadual (23,7%), situação que mudou em 2010, quando os municípios do bioma amazônico apresentaram taxa de trabalhadores informais (27,2%), abaixo da registrada no Estado (28,5%). As melhores performances foram dos municípios de Bom Jesus das Selvas, na região de Carajás (-35,1 p.p.), seguida por Bacurituba, na região da Baixada Maranhense (-26,8 p.p.) e Junco do Maranhão, no Baixo Turi (-8,4 p.p.).

6.3 Trabalho Escravo

Em relação ao trabalho escravo, a legislação brasileira delimita o trabalho análogo à escravidão como aquele tipo de ocupação em que a pessoa está submetida aos seguintes elementos, que podem vir juntos ou isoladamente: condições degradantes de trabalho, jornada exaustiva, trabalho forçado e servidão por dívida.

Segundo o Observatório do Trabalho informal, do MPT o Maranhão é o maior exportador de trabalho escravo para outras unidades da Federação. Entre 2003 e 2018 houve mais de 8.119 registros, significa que um a cada cinco trabalhadores identificados nessa condição é natural do Maranhão. E aproximadamente metade do contingente do Maranhão é proveniente do bioma amazônico maranhense.

As regiões com maiores registros de trabalho escravo pelo critério de naturalidade do trabalhador foram Pindaré, com um total de 890 registros, com ênfase no município Santa Luzia (261); Tocantins (398), sobretudo no município Imperatriz (284) e a Região do Mearim (386), principalmente em Bacabal (144).

6.4 Emprego Formal

No tocante ao emprego formal, o crescimento registrado na década de 2000 esteve mais associado à expansão do emprego na Administração Pública (+87 mil) e no Comércio (+57 mil). Por sua vez, o Setor Serviços (+39,6 mil) liderou o ganho absoluto entre os setores, no período de 2017 em relação a 2010. Já a Construção Civil registrou a desmobilização de quase 20 mil postos de trabalho no mesmo período de referência.

Na abertura por regiões e setores de atividade, o setor Serviços apresentou maior incremento nas regiões da RMGSL, com 31,1 mil empregos adicionais, especialmente no município São Luís (+29,4 mil); e do Tocantins (+4 mil), com destaque para o município Imperatriz (+ 4 mil).

No que se refere ao setor ao setor Construção Civil, observou-se que o bioma acompanhou a tendência de queda no emprego semelhante ao Maranhão, com perdas concentradas na RMGSL, especialmente na capital São Luís, onde houve redução de 22,4 mil vínculos de emprego formal, observados a partir de 2011 e com mais ênfase, a partir de 2013, devido à contribuição da redução de investimentos

públicos e privados, sob a conjuntura econômica de aumento dos juros e da taxa de desocupação.

No que tange à análise por nível de instrução, a categoria que abrange pessoas sem instrução ou com fundamental incompleto apresentou redução tanto no bioma (-88 mil) quanto no Maranhão (-186,1 mil), no período intercensitário de 2000 para 2010, tendo o primeiro registrado ritmo de redução (-1,2% a.a.) ligeiramente abaixo do verificado no estado (-1,4% a.a.). Os maiores registros de diminuição nesse indicador são observados nas regiões do Tocantins (-16, 5 mil), com ênfase no município Imperatriz (-12 mil), e região do Pindaré (-11,5 mil), especialmente no município Alto Alegre do Pindaré (-3,7 mil).

Quanto à categoria “pessoas com ensino médio e superior incompleto”, no qual cresceu 6,2% a.a. no Bioma, semelhante ao estado, deve ser destacada a contribuição do PRONATEC. O quantitativo de instituições autorizadas pelo PRONATEC em 2011 era de apenas 18, incrementando 10 instituições entre 2011 e 2016, à taxa de 9,2% a.a., contudo, ritmo inferior ao verificado no Nordeste e no Brasil. Já o bioma amazônico, concentrava 61,1% dessas instituições em 2011 (11 instituições), tendo aumentado para 16 instituições em 2016.

6.5 Rendimentos dos ocupados

No que se refere a massa de rendimentos das pessoas ocupadas, as pessoas ocupadas no bioma amazônico no Maranhão auferiram um total de R\$ 1,149 bilhão em massa de rendimentos, tendo apresentado um crescimento anual médio de 5,75% a.a. em termos reais na década de 2000 equivalente, portanto, ao ritmo observado no Estado (5,77 % a.a.). Destaca-se que esse indicador recebeu a contribuição positiva tanto da ampliação do quantitativo de ocupados, decorrente do ciclo de crescimento econômico mundial, nacional e estadual, como também do maior controle inflacionário observado no período.

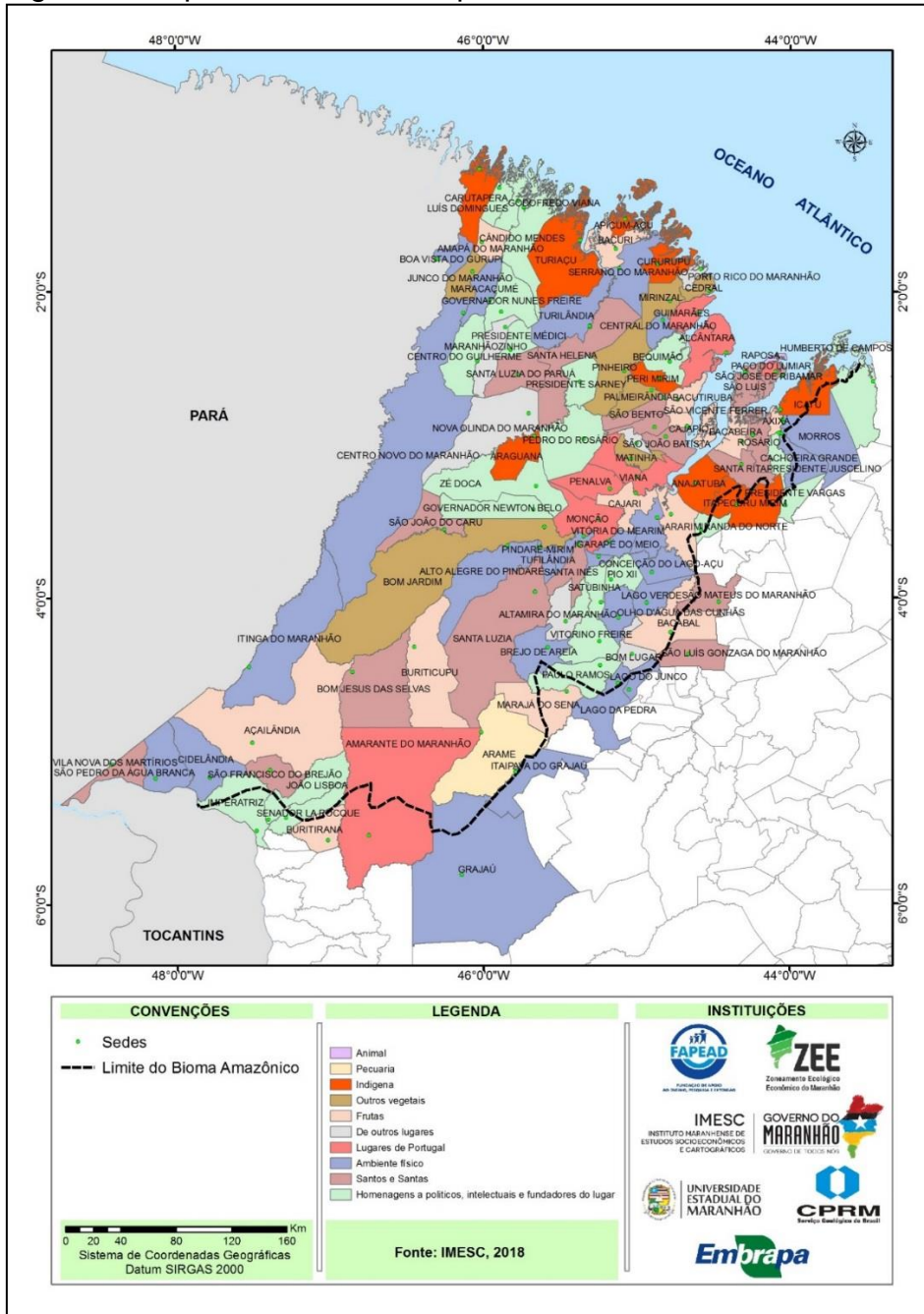
Dentre as 17 regiões de planejamento no bioma amazônico maranhense, as três que apresentaram maior ritmo de crescimento foram: RMGSL (6,5% a.a.), com maior expressão no município Bacabeira (11,56 % a.a.); Gurupi (6,21 % a.a.), com destaque para o município Godofredo Viana (11,47 % a.a.); Mearim (6,12 % a.a.), especialmente no município Lago Verde (6,56 % a.a.).

7 PATRIMÔNIO HISTÓRICO

A ocupação do território maranhense e sua colonização desenvolveu-se através de três frentes: a) litoral, acompanhando a orla marítima ou penetrando pelo interior, à montante dos rios; b) frente pastoril, formada pelos criadores de gado; c) imigrantes da seca. “Portanto, a identidade maranhense obedece, e por isso mesmo é resultado da transitoriedade ambiental natural do Estado e dos movimentos colonizadores, com tendências a padrões socioculturais específicos” (TROVÃO, 2008, p. 12).

Em decorrência das frentes de ocupação, identificou-se as seguintes origens de origens dos municípios do bioma amazônico: rodovias, aldeias, imigrantes maranhenses, imigrantes do Nordeste, imigrantes de outros lugares, portugueses, fazendas e engenhos, áreas de colonização agrícola, padres Jesuítas e ainda municípios em que não há informações sobre sua colonização. Sua toponímia está ligada aos lugares de Portugal, santas e santos, vernáculo indígena, pecuária, vegetais, outros lugares, nomes de animais, frutas e de pessoas (**Figura 5**).

Figura 5 - Toponímia dos municípios do bioma amazônico maranhense



Fonte: IMESC (2018)

Também reflexo das correntes de povoamento e da colonização, além de outros fatores, é importante destacar a etnia e identidade religiosa. Em relação a essa divisão da etnia e gênero, é importante destacar a relativa equiparação da distribuição populacional entre homens e mulheres, exceto as negra e cabocla, onde tem-se uma diferença relevante. A etnia negra possui um número maior de homens, fato que pode ser atribuído à migração para outros Estados, ou até mesmo, por uma autodeclaração

como morena. No caso da cabocla, pode-se condicionar a desigualdade também no processo migratório.

A identidade religiosa reflexo também da influência da colonização, originou uma série de religiões cultuadas nas diversas regiões do bioma amazônico maranhense, pois, ao tomarem posse do território maranhense, os portugueses encontraram os nativos que tinham como religião o fetichismo. Com a introdução do africano, outras religiões foram inseridas ao catolicismo dos conquistadores. Analisando os dados fornecidos pelo IBGE, censo 2010, dos 4.050.150 habitantes do bioma amazônico do Maranhão, declararam-se católicos 70,23%; evangélicos 20,40%; espíritas 0,24%; candomblé e umbanda 0,07%; outras religiões 1,53%; sem religião 7,42%; disseram não saber 0,10%; não informaram 0,01%. Por estes dados podemos constatar a predominância da religião católica no bioma.

Esta miscigenação entre o branco, o negro e o índio e entre as diferentes religiões resultou numa rica e complexa cultura. É importante considerar que cada item apresentado é elemento da cultura material e imaterial da região (folclore, danças, gastronomia, ritmos, danças e lendas) que se inter cruzam, compreendem uma rede de saberes e fazeres simbólicos e materiais que regulam as relações sociais nos diversos planos em que se manifestam.

O folclore é entendido como a expressão da cultura popular tradicional de um local, multideterminado por agentes populares e hegemônicos, constituído por processos híbridos e complexos, que levam em consideração influências rurais, urbanas, locais e transnacionais. Os elementos da cultura popular são os festejos religiosos, as danças, os ritmos e as lendas.

As festas religiosas resultam em uma rede de celebrações; compreende o catolicismo popular, bem como as festas de terreiro. Aquelas organizadas tanto pela igreja católica, quanto aos terreiros de culto de matriz africana, são festividades revestidas de um caráter ao mesmo tempo, sagrado e profano, expressos na devoção aos santos, nas danças, nas comidas e nas bebidas. É importante destacar, no âmbito dessa rede de celebrações, os festejos juninos, com destaque para a presença dos grupos de bumba meu boi e seus distintos sotaques: matraca, orquestra, costa de mão, zabumba e pandeirões. As festas juninas têm quatro etapas: os ensaios, o batismo, as apresentações públicas e a morte do boi.

Existem outras manifestações da cultura popular, representadas por danças, cantos e autos. Nesse sentido, agrupam-se formas de expressões que

contribuem para o fortalecimento das identidades sócias dos grupos que a realizam. O Tambor de Crioula expressão cultural de matriz africana, comandada pela percussão de três tambores conhecidos como: tambor grande, meião e pererenga e a dança do Lelê, dança portuguesa, quadrilha, cacuriá, dança de boiadeiro ou country, dança do coco e tamborim, O Bambaê de Caixa também conhecida como Péla Porco, são outras manifestações bastante encontradas em vários municípios do bioma.

O período carnavalesco é comemorado em todas as regiões de planejamento do bioma amazônico. São organizados popularmente em blocos de ruas com as pessoas reunidas nas ruas vestidas com suas camisas personalizadas e também e escolas de samba. As prefeituras financiam festas com bandas musicais para a população.

Um dos tradicionais eventos de algumas regiões é a cavalgada, que reúne centenas de pessoas, inclusive de outros municípios, o que é hábito nesses municípios, em qualquer festa religiosa a presença de cavaleiros, de motoqueiros circulando nas ruas das cidades.

Os estilos musicais preferenciais da população do bioma amazônico são diversos, tem-se: forró, reggae, brega, carimbó, pagode, seresta, sertanejo e axé.

Como resultado da cultura e etnia de cada região, os municípios do bioma amazônico do Maranhão têm um acervo considerável de lendas. Aqueles municípios mais antigos, principalmente os do Litoral Ocidental e da Baixada Maranhense, deixam perceber através das lendas, a força tradicional da herança cultural daqueles que colaboraram para a organização sociocultural dos habitantes – negros, índios e seus descendentes.

No Maranhão, existe um conjunto imensurável de lendas, algumas, por exemplo, resguardam importantes fatos históricos. Muitas se assemelham em diversos municípios, cada uma com uma versão diferente, mas que trazem uma história supersticiosa e uma grande credence entre os populares. Pescadores, vaqueiros, e religiosos estão entre os que mais têm histórias a contar sobre algum acontecimento, local ou visagem de criaturas ou milagres de santos.

Os povos que passaram pelo território maranhense também inspiraram a gastronomia e a culinária local, com seus temperos e o modo de preparar os alimentos. Aquelas duas áreas do conhecimento estão indiscutivelmente associadas, uma não funciona sem a outra. A gastronomia refere-se aos alimentos preparados, enquanto a culinária remete-se a modo de preparo, considerando os ingredientes,

temperos e outros elementos indispensáveis. Não se pode negar que tanto a gastronomia como a culinária estão ligadas à cultura e ao uso ou manipulação da “matéria-prima” de cada lugar.

Os costumes indígenas entre a população do Maranhão, estão presentes em determinadas técnicas de preparo e tratamento do alimento, como assados e moqueados. Ainda se encontram fornos com características indígenas, assim como as carnes no espeto, os assados na grelha, os peixes moqueados e o chibé. Da suntuosa cozinha portuguesa, herdou-se o gosto pelos ovos, cebola, carnes de boi, de carneiro, de bode e de galinha, além do cominho, a conserva, os caldos, canja, banha de porco, manteiga e cozidões. A doçaria artesanal desenvolveu-se principalmente nas regiões de cultivo de cana-de-açúcar.

Por sua vez, as casas de religiões afro, também denominadas de terreiros, representam centros vivos de uma tradição cultural da culinária maranhense. Nessas casas, além das comidas triviais, também são servidas às chamadas “comidas de santo”, como o caruru, o mingau de fubá de arroz, a paçoca, entre outras, e estão presentes ingredientes como: a folha da bananeira, a pimenta, o leite de coco e o dendê. Outras comidas afro-brasileiras estão presentes na culinária maranhense, como o vatapá, o cuxá, o mocotó, o sarrabulho e o espernegado.

Dos alimentos conhecidos em todo o Estado, tem-se a farinha d’água, consumida na forma original e usada na preparação de farofa, pirão, chibé e mingau; o milho, sendo consumido tanto cozido, assado ou preparado em outras receitas como o manuê, pamonha, canjica, e mingau, além dos bolos de milho, de macaxeira/mandioca e de tapioca; a batata-doce cozida; e a cocada também fazem parte desse cardápio culinário maranhense. Dos frutos do mar, tem-se: caranguejo, camarão, ostras, sururu e peixes; da carne, é muito popular entre os maranhenses o cozidão, pratos feitos com as vísceras do animal para a preparação do mocotó, sarrabulho, sarapatel e dobradinha e a buchada.

Considerando o artesanato, este reflete os modos culturais de ser e fazer de quem os produz, sendo em si mesmo, um patrimônio. O bioma amazônico do Maranhão revela uma grande produção de artesanato com fibras naturais, dado a rica e abundante mata de palmeiras que compõe a sua paisagem em terra firme. Outros materiais utilizados são: algodão, palhas diversas e guarimãs, usadas para confeccionar cofos, abanos, meaçabas, peneiras, balaios, tipitis e uma enorme

variedade de cestarias. Tais utensílios são indispensáveis no dia a dia, pois, servem para guardar mantimentos, transportar, armazenar, cozinhar, dormir e cobrir casas.

A cerâmica é a produção de peças confeccionadas nas olarias, cuja matéria-prima é o barro. Esta atividade é considerada como uma importante fonte geradora de renda para muitas famílias. Dentre a produção de peças, destacamos a ocorrência de utensílios domésticos e ornamentais, como potes, filtros, telhas, tijolos, brinquedos e jarros.

A carpintaria naval devido ao contexto hídrico de muitos rios, e por possuir, depois do Estado da Bahia, a maior faixa litorânea do país, contribui para que no Maranhão exista uma intensa atividade naval, pois, os barcos são utilizados diariamente por milhares de famílias. As embarcações tradicionais maranhenses, produzidas artesanalmente são conhecidas pela originalidade e diversidade de suas formas, o que faz deste ofício um patrimônio cultural.

A diversificação do artesanato é muito grande no bioma, podendo ser utilizado ainda, além das matérias-primas citadas, fios e tecidos, escamas e mariscos, sementes, cascas, raízes, folhas e flores secas e materiais recicláveis, sempre levando em consideração referências culturais e tradicionais.

Todas estas características peculiares e complexas do território maranhense e por conseguinte do bioma amazônico, resultaram em um imenso patrimônio histórico, cultural, arqueológico, paleontológico e paisagístico que anualmente atrai muitos turistas, portanto, o patrimônio do bioma amazônico do Maranhão se caracteriza como o conjunto de bens móveis e imóveis existentes e cuja conservação é de interesse público, quer por sua vinculação a fatos memoráveis de sua história, quer por seu excepcional valor arqueológico ou etnográfico, bibliográfico ou artístico.

Dentre o patrimônio existente no bioma temos os naturais e os antrópicos. O Patrimônio Natural é representado por cavernas e grutas, serras e vales, sítios paleontológicos com sua fauna e flora antiga e sítios paisagísticos. No bioma amazônico maranhense, as cavernas e grutas são formadas por cavidades naturais subterrâneas, que se originaram em formação arenítica e se distribuem em dois tipos: continentais e marinhas. As cavidades formadas nas áreas continentais estão localizadas no município de Grajaú (Caverna de São Rafael, Caverna do Barboza, Caverna dos Catitús), na terra indígena Araribóia e na Reserva Biológica do Gurupi. As cavidades formadas na área marinha estão localizadas na Ilha do Medo, município

de São Luís, Ilha do Livramento, município de Alcântara e na Pedra do Gurupi, no município de Carutapera. Observa-se que no bioma amazônico maranhense não foram encontradas grutas significativas que possam servir para estudos aprofundados.

Outro importante patrimônio natural são as serras e vales. Ross (1995, p. 38) ao definir serra, estabelece uma relação direta com vale: “serras são representadas por cristas altas e alongadas que separam vales”. O vale, por conseguinte, é um “corredor ou depressão de forma longitudinal que pode ter vários quilômetros de extensão. São formas topográficas constituídas por talvegues e duas vertentes com dois sistemas de declives convergentes” (SILVA, 2002, p. 237). As serras que se destacam no bioma amazônico são: Serra da Cinta, ao Oeste; Serra Negra, ao centro (onde está o ponto mais elevado do estado; e a Serra da Menina e Serra da Croeira, ao Leste.

Os vales do bioma amazônico do Maranhão têm relação direta com a rede hidrográfica, uma vez que as serras, como divisores de águas favorecem essa relação entre a hidrografia e o relevo. Dentre os vales limítrofes, isto é, aqueles que tem parte do território no bioma amazônico do Maranhão estão os vales do Gurupi e Tocantins. Os vales que estão totalmente no bioma amazônico do Maranhão são: Turiaçu, Maracaçumé, Pindaré, Grajaú, Mearim, Munim e Itapecuru estes dois últimos, só uma parte, pois desenvolvem-se na divisa do bioma amazônico e cerrados.

Os sítios paisagísticos, englobam áreas naturais e paisagens transformadas pelo ser humano aos quais é atribuído valor à sua configuração paisagística; estas destacam-se por sua relação com o território onde estão implantados. Por sua complexidade e unicidade, estão agrupados em dois tipos: os sítios paisagísticos urbanos, destacados pelas cidades históricas de São Luís, Alcântara e Viana; e os naturais, representados pela Baixada Maranhense, Golfão Maranhense, Reentrâncias Maranhenses, Rios, Áreas Indígenas, Reserva Biológica do Gurupi, Parcel Manuel Luís e pelas Serras e Vales.

Quanto aos Sítios Paleontológicos e sua composição faunística e florística, o mais representativo é a Laje do Coringa, localizado na Ilha do Cajual, em Alcântara. Este grande sítio guarda um dos mais importantes afloramentos fossilíferos do país, com mais fósseis de dinossauros por metro quadrado que qualquer outro no território nacional. Datando cerca de 95 milhões de anos antes do presente (período Cretáceo médio), a Laje do Coringa, com cerca de 4ha, contém uma grande variedade de

formas dinossaurianas, restos de peixes, crocodilos, quelônios, pterossauros e diferentes formas vegetais, reunindo uma mistura de fauna marinha e continental, em um paleoambiente típico costeiro.

Os elementos faunísticos mais comumente identificados são fragmentos de vértebras e dentes de dinossauros. Estes incluíam os saurópodes (grandes dinossauros herbívoros com cauda e pescoço compridos) e os terópodes (bípedes predadores). Peixes, tartarugas, crocodilos e outros animais encontram-se entre alguns dos representantes da paleofauna maranhense. No que tange à flora, o registro fóssil apresenta samambaias arborescentes, coníferas e equisetáceas.

Outros sítios paleontológicos representativos estão dispostos: ao longo dos rios Maracaçumé, com a presença de troncos fossilizados, e Itapecuru, com presença de fosséis de dinossauros; na Baixada Maranhense, mais precisamente no município de Cajapió; na Ilha do Maranhão, com presença de troncos fossilizados e pegadas de dinossauros na Ponta da Guia, Bonfim e Itaqui e presença de troncos fossilizados de coníferas no litoral de São José de Ribamar e no município de Alcântara, principalmente nos lajedos da praia da Baronesa, com grande presença de pegadas de dinossauros.

O Patrimônio Antrópico está representado principalmente por sítios paleontológicos, figuras rupestres e ruínas. No bioma amazônico do Maranhão grupos paleoindígenas viveram aproximadamente há 10.000 anos, alimentando-se principalmente da coleta de vegetais, frutos e da caça de animais. Existindo, portanto, inúmeros testemunhos da presença de ocupações primitivas por grupos humanos que se fixaram na paisagem ao longo do tempo, deixando marcas das suas atividades cotidianas e modos de vida. De acordo com o Centro de Pesquisa de História Natural e Arqueologia do Maranhão (2018), é possível fazer uma cronologia dessas ocupações primitivas e dos grupos humanos que as ocupavam, distribuída por ano: Caçadores e Coletores (9.000 A. P.); Sambaquieiros (5.000 A. P.); Ceramistas Horticultores (4.000 A. P.); Construtores de Estearias (1.700 A. P.); Grupo Proto-tupi (7.000 A. P.) e Tupinambá (1.580 A.P.).

Os principais vestígios dos índios antigos identificados no bioma mencionado referem-se especialmente aos sambaquieiros e construtores de estearias. Os sambaquieiros, também denominados de cocheiros, são restos de alimentos (especialmente conchas de animais aquáticos) fossilizados. Encontraram-se distribuídos pelos territórios dos municípios de São Luís, Alcântara, Guimarães,

Cururupu, Bequimão, Humberto de Campos, Porto Rico do Maranhão, Apicum-Açu, Bacuri, São Vicente Ferrer e São João Batista.

As estearias, habitações primitivas erguidas sobre esteios nos lagos com o objetivo de lidar com as cheias e evitar ataques de grupos rivais, foram encontradas nos municípios de Penalva, São João Batista, Pinheiro, Santa Helena e Turilândia. Há outros achados arqueológicos espalhados pelo território do bioma amazônico do Maranhão tais como: arte rupestre em Grajaú, sítios a céu aberto, cerâmicas encontradas ao longo do rio Turiaçu e outros sítios identificados nos grandes projetos instalados (fábrica da Suzano e duplicação da Estrada de Ferro Carajás) no território do bioma. Dentre os vestígios encontrados nos sítios arqueológicos do Bioma destacam-se: sambaquis, cerâmicas, artefatos líticos e urnas funerárias.

Outro importante patrimônio antrópico são as figuras rupestres, ou seja, figuras sobre rocha, comportam um amplo conjunto de imagens produzidas sobre suportes rochosos abrigados (cavernas e grutas) ou ao ar livre (paredões e lajedos). No bioma amazônico do Maranhão, o único município que possui esse tipo de artefato é Grajaú, onde foram evidenciados sítios com gravuras rupestres em abrigos sob rocha, dentre estes o Morro dos Picos, o abrigo Pedra da Figura, o Talhado de São Rafael, o da Cachoeirinha, do Barboza e dos catitús.

O bioma amazônico do Maranhão também é rico em ruínas, tanto na área urbana como na zona rural. As ruínas encontradas na área urbana são resultado da destruição e falta de conservação de construções públicas ou privadas, além de indústrias desativadas. Na área rural, provem do abandono dos antigos engenhos, usinas, fazendas e residências senhoriais – as famosas casas grandes. No bioma amazônico maranhense, as ruínas estão concentradas nas Regiões: Metropolitana da Grande São Luís, com destaque para ruínas nos municípios de São Luís, Alcântara, Axixá, Icatu e Rosário; Litoral Ocidental, com destaque para Bacuri, Central do Maranhão, Cururupu, Guimarães, Mirinzal e Serrano do Maranhão; Lagos o destaque é o município de Viana e Alto Turi com destaque para Presidente Médici.

Um destaque à parte é a cidade histórica colonial de São Luís, Patrimônio da Humanidade. Patrimônio Nacional desde 1974, com 1.369 imóveis e logradouros públicos localizados no Centro Histórico de São Luís, situados em aproximadamente 100ha, foram incluídos na Listagem do Patrimônio Mundial, passando a ter o título de Patrimônio Cultural da Humanidade em dezembro de 1997 (ESPÍRITO SANTO, 2006).

Dois elementos justificaram a inclusão de São Luís na categoria de Patrimônio Mundial: seu desenho urbano ainda original (no Centro Histórico) e o conjunto de arquitetura civil influenciado pelo projeto pombalino da reconstrução de Lisboa, adequados a três dos pontos básicos definidos pela UNESCO.

Entre os conjuntos urbanos brasileiros reconhecidos pela UNESCO, São Luís é o único cuja inscrição na Lista do Patrimônio Mundial está baseada em três critérios diferentes. Os critérios citados incluem-se na Convenção do Patrimônio Mundial, e são: “III – Testemunho excepcional de tradição cultural”; “IV – Exemplo destacado de conjunto arquitetônico e paisagem urbana que ilustra um momento significativo da história da humanidade”; e “V - Exemplo importante de um assentamento humano tradicional que é também representativo de uma cultura e de uma época”.

O conjunto tombado é formado por 5.607 imóveis preservados por Legislação Federal, Estadual e Municipal, sendo 978 imóveis inseridos na área de proteção federal (60 hectares) e 4.629 imóveis na área de proteção estadual (160 hectares). A área incluída na Listagem do Patrimônio Cultural da Humanidade da UNESCO possui 1.369 imóveis, num perímetro que envolve exemplares e logradouros na área federal e algumas quadras estaduais. Estes imóveis do Patrimônio Mundial estão distribuídos nos bairros do Centro, Praia Grande e Desterro e nas praças D. Pedro II / Benedito Leite, João Lisboa / Carmo, Antonio Lobo / Santo Antonio (Antonio Vieira) e São João (ESPÍRITO SANTO, 2006).

A arquitetura colonial do Maranhão, mais especificamente de São Luís, é como a memória de Portugal, especialmente de Lisboa. Como o Maranhão está na faixa do equador, a luz solar funciona como um elemento capaz de dar a arquitetura de São Luís, um destaque especial, ao qual o autor citado chama de “milagre local”. Toda a arquitetura colonial existente no bioma amazônico do Maranhão é encontrada principalmente nos municípios de São Luís, Alcântara, Guimarães, Cururupu, Viana e Turiaçu, que atualmente passa por um momento crítico, pois, vivencia um turbilhão urbano caótico resultado da incompreensão e do estrelismo urbano promovido pelo poder público e empresarial em todos os níveis.

Os sistemas construtivos empregados na arquitetura tradicional em São Luís foram aplicados indistintamente em casas de moradia, sobrados comerciais, edificações religiosas, casas rurais, fábricas e instalações militares. Alvenarias,

revestimentos, coberturas, pisos, forrações e esquadrias confirmam a natureza da mão-de-obra e os recursos técnicos e materiais disponíveis.

Segundo Trovão (1994, p.50).

Nos sobrados e nas pomposas residências de dois pavimentos tipo palacetes, ficaram os mais ricos. Os sobrados tinham quase sempre uma finalidade específica, ou seja, residência e comércio que na sua quase totalidade pertenciam aos comerciantes portugueses e por isso mesmo eram um misto de moradia, este instalado na parte térrea. A parte de atendimento ao público na frente e o depósito ou a armazenagem no fundo. A família morava nos andares superiores. Dependendo do padrão econômico do proprietário, o sobrado dispunha de três e até quatro pavimentos. Não raro o seu teto era encimado com um mirante. Quando a família em abastada, a criadagem habitava no primeiro andar ao invés dos fundos do térreo, ficando os demais andares para residência.

Outros tipos arquitetônicos coloniais totalmente residências eram as moradas inteiras, as meias moradas e as portas e janelas, diferenciando pelo número de cômodos, disposição das janelas e poder aquisitivo de seus moradores. Com o surgimento da lei determinando a mudança da frente das casas para platibanda uma outra alteração se processa na arquitetura colonial.

Seguindo o exemplo de São Paulo, substituindo casarões e mansões históricas por palacetes e bangalôs, em São Luís foram derrubados sobradões na Rua do Egito e construído vários bangalôs. Com a expansão urbana de São Luís esse tipo de residência se acentuou das ruas paralelas à praça Deodoro. Eram residências sofisticadas, ao momento utilizadas para laboratórios, consultórios, escritórios e repartições públicas, uma vez que seus proprietários migraram para nova área burguesa, nos bairros de Ponta d'Areia, Calhau.

Apesar do poder público, nas últimas décadas, ter investido maciçamente na revitalização do Centro Histórico, com recuperação da infraestrutura dos imóveis tombados, é perceptível que ainda há um longo caminho a ser percorrido. O abandono de diversos casarões históricos ainda é o maior problema encontrado para manter a beleza e originalidade dessas construções singulares, testemunhos da história de São Luís.

Esta diversidade cultural, artística, natural, fez com que o Estado e o bioma amazônico maranhense tornam-se uma área de atração turística, tornando vários territórios deste bioma em polos turísticos. A última regionalização turística (2017) determinou para o Estado do Maranhão dez polos turísticos, sendo que na área do

bioma amazônico do Maranhão encontram-se oito, dentre estes, quatro em sua totalidade e quatro de forma parcial. Os primeiros referem-se aos polos São Luís, Amazônia Maranhenses, Floresta dos Guarás, Lagos e Campos Floridos, enquanto o segundo consta, Chapada das Mesas, Lençóis Maranhenses e o da Serras Guajajara, Timbiras e Kanela.

8 EQUIPAMENTOS URBANOS

Apesar da falta de um critério universal sobre quais os elementos que compõem os equipamentos urbanos, tanto a Lei Federal 11.445/2007 e a NBR 9284, da Associação Brasileira de Normas Técnicas, dispõem que esses equipamentos são essenciais para a organização das cidades, a melhoria da qualidade de vida das populações e para o desenvolvimento dos municípios.

Os equipamentos urbanos ligados a educação estão relacionados ao quantitativo de escolas de nível estadual, federal, municipal e privadas. No bioma amazônico do Maranhão existem 2.351 estabelecimentos escolares, destes 58,74% são municipais, 27,10% privados, 13,61% são estaduais e apenas 0,55% federais (MARANHÃO, 2017). No âmbito estadual há 320 estabelecimentos escolares, são principalmente escolas de Ensino Médio e Institutos de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – IEMA. Destacam-se as regiões de planejamento: Metropolitana da Grande São Luís, Pindaré, Tocantins, Mearim, Carajás, Pericumã, Baixada Maranhense e Litoral Ocidental.

A Educação Básica é formada por etapas e modalidades de ensino. A quantidade de escolas por modalidade de ensino distribuídas segundo as Regiões de Planejamento Estadual pertencentes ao bioma amazônico maranhense, têm-se que 40,51% são educação fundamental, 31,58% educação infantil, 13,93% EJA, 11,55% ensino médio, 1,73% educação profissional e apenas 0,70% educação especial. Nota-se que em muitos municípios uma única escola pode abrigar várias etapas e/ou modalidades de ensino. Algo interessante em relação a educação no bioma amazônico maranhense é que apenas duas regiões de planejamento, Metropolitana de São Luís e Tocantins, despontam com maior quantidade de escolas. No bioma amazônico do Maranhão os estabelecimentos de ensino superior cadastrados, no Ministério da Educação estão restritos a 16 municípios. Identificou-se 68 prédios com

o aludido nível de ensino predominando os estabelecimentos privados que se concentraram nos municípios de São Luís e Imperatriz.

Referente aos equipamentos urbanos de saúde, no bioma amazônico maranhense, de acordo com o Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde do Brasil – CNES, do Ministério da Saúde, em 2018 havia 2.959 estabelecimentos ligados a saúde nas áreas urbanas. Os estabelecimentos concentram-se mais na Região de Planejamento Metropolitana da Grande São Luís, seguida pela do Tocantins, Pindaré, Carajás e Mearim.

Quanto ao tipo de estabelecimentos de saúde é perceptível a grande quantidade de: Centros de Saúde / Unidade Básica de Saúde – UBS, Centro de Atenção Psicossocial – CAPS, Clínica especializada/Ambulatório especializado, Consultórios, Hospital Geral, unidade de serviço de apoio de diagnose e terapia e unidades de vigilância. São Luís e Imperatriz são os municípios que detêm a maioria dos estabelecimentos de saúde distribuídos no bioma amazônico maranhense. Infere-se que a maior quantidade de estabelecimentos de saúde está concentrada em municípios que possuem as maiores populações do Estado e que apresentam significativa área urbana, com destaque para São Luís que concentra sozinho a maioria dos estabelecimentos, seguido de Imperatriz.

Os equipamentos urbanos ligados à área da segurança foram os seguintes: 112 fóruns, 57 promotorias de justiça, 5 tribunais, 3 procuradorias, 23 defensorias públicas, 183 delegacias, 35 equipamentos da polícia militar, 2 sedes da polícia federal, 9 unidades do corpo de bombeiros, 24 unidades prisionais e aparatos das forças armadas. As Forças Armadas são constituídas pelo Exército, Marinha e Aeronáutica e atuam sob a direção superior do Ministério da Defesa (MD), sendo responsáveis pela defesa do Brasil. No bioma amazônico maranhense o Exército possui os aparatos localizados nos municípios de São Luís, e Imperatriz. Os aparatos da Força Aérea Brasileira – FAB, ficam nos municípios de São Luís, Imperatriz, Raposa e Alcântara, com destaque para Centro de Lançamento de Alcântara – CLA, enquanto os da Marinha do Brasil está em São Luís.

Em relação aos equipamentos urbanos de transportes no bioma amazônico no Estado do Maranhão, identificou-se os aeroportos, as rodoviárias, as estações ferroviárias e os portos que têm por objetivo facilitar o escoamento de produção ou de passageiros funcionando como locais essenciais para o desenvolvimento socioeconômico dos centros urbanos. A Empresa Brasileira de Infraestrutura

Aeroportuária - Infraero (2011) define os aeroportos como áreas públicas destinadas a pouso, decolagem e movimentação de aeronaves com instalações e facilidades para o apoio das mesmas, embarque e desembarque de pessoas e cargas. No bioma amazônia do Maranhão, segundo a Agência Nacional de Aviação Aérea - ANAC (2018), identificou-se seis aeroportos públicos espalhados por seu território com destaque para o Aeroporto Internacional de São Luís - Marechal Cunha Machado e o Aeroporto de Imperatriz - Prefeito Renato Moreira.

Na questão das rodoviárias no bioma amazônico do Maranhão, como principais pontos de embarque e desembarque de passageiros estadual de ônibus encontram-se os terminais nos seguintes municípios: Açailândia, Arari, Bacabal, Bacuri, Bacabeira, Bequimão, Bom Jardim, Cururupu, Grajaú, Itinga do Maranhão, Itapecuru-Mirim, Lago da Pedra, Pinheiro, Morros, Miranda do Norte, Imperatriz, Rosário, Santa Helena, Santa Inês, Santa Luzia, Santa Luzia do Paruá, Santa Rita, São Bento, São Luís, São Mateus do Maranhão, Viana, Vitória do Mearim e Zé Doca.

Com relação as ferrovias, o território do bioma amazônico do Maranhão são cortados pelas estradas de ferro Norte – Sul, Estrada de Ferro Carajás e a Ferrovia Transnordestina. A última e a primeira são voltados para o transporte de carga, enquanto a segunda dispõe deste serviço e traslado de passageiros. Quanto à questão portuária, destaca-se o Complexo Portuário do Maranhão localizado na baía de São Marcos com três portos: do Itaqui, do Terminal da Ponta da Madeira e do Porto da ALUMAR, todos localizados no município de São Luís. Outros portos identificados no bioma Amazônico Maranhense são de estruturas menores, distribuídos especialmente na Baixada Maranhense, Litoral Ocidental e o Vale do Gurupi. Estes outros pequenos portos estão distribuídos em ambiente marinho, fluviomarinho e fluvial.

Nos trabalhos de campo realizado em diversos municípios do bioma amazônico do Maranhão, verifica-se que todos os municípios possuem mercados e feiras. Nas feiras fixas são comercializados frutas, hortaliças, mingaus, licores, doces, artesanatos, bolos, garrafas de conserva de pimenta e outros. As feiras ambulantes funcionam em lugares e dias diferentes, sendo a oferta bastante diversificada, preferindo principalmente: produtos alimentícios, como feijão, arroz, farinha, frutas diversas, às vezes refeições, roupas, artesanatos, cerâmica, utensílios domésticos e objetos próprios das atividades profissionais rurais.

Nos mercados, embora sejam comercializados alguns produtos encontrados nas feiras, o peso maior é a comercialização do peixe, frango e da carne bovina, suína, aves, e nos municípios de migrantes nordestinos a do bode. Observou-se que todos os municípios do Bioma dependem da comercialização de produtos alimentícios hortifrúteis, que vêm do Nordeste Oriental, principalmente dos estados do Ceará e Bahia.

9 POPULAÇÕES TRADICIONAIS

O termo “população tradicional” é utilizado, principalmente, devido à sua maior abrangência em relação a outras expressões mais específicas, como sociedades, culturas ou comunidades tradicionais. No Brasil, o termo populações tradicionais refere-se a povos ou comunidades tradicionais, os quais são definidos como grupos culturalmente diferenciados e que se reconhecem como tais, que possuem formas próprias de organização social, que ocupam e usam territórios e recursos naturais como condição para sua reprodução cultural, social, religiosa, ancestral e econômica, utilizando conhecimentos, inovações e práticas gerados e transmitidos pela tradição (BRASIL, 2007).

Quilombolas, indígenas, pescadores, marisqueiras e quebradeiras de coco babaçu compõem esse cenário de diversidade cultural e social que caracteriza o povo maranhense também presente no bioma amazônico do Maranhão que é um território repleto de significados e características próprias. Sendo uma das populações mais miscigenadas do Brasil o Estado do Maranhão possui uma grande concentração de populações tradicionais em todo seu território. Sua biodiversidade tem sido aos poucos perdida devido à ação antrópica e a opção pelos projetos de desenvolvimento que não tem considerado o modo de viver da população local.

O Maranhão possui 49% do seu território no bioma amazônico e junto a essa extensão territorial vários povos indígenas, quilombolas, quebradeiras de coco babaçu e pescadores artesanais, compõem esse imenso e complexo território. Foram identificadas no bioma amazônico 17 Terras Indígenas (TI's) de diferentes etnias, totalizando uma área de aproximadamente 1.703.444,2083ha e uma população de 18.230 espalhados pelo território (IBGE, 2010).

Nos termos da legislação vigente (CF/88, Lei 6001/73 – Estatuto do Índio, Decreto n.º 1775/96), as terras indígenas podem ser classificadas em diferentes modalidades: Tradicionalmente Ocupada, Reservas Indígenas, Terras Dominais e Interditadas. Conforme a Constituição Federal vigente os povos indígenas detêm o direito originário e de usufruto exclusivo sobre as terras tradicionalmente ocupadas. A demarcação das terras ocupadas tradicionalmente é definida por Decreto Presidencial e seguem as seguintes etapas: Em estudos, Delimitadas, Declaradas, Homologadas, Interditadas.

Tabela 2 - Terras Indígenas no bioma amazônico

Terra Indígena	Etnia	Município	Superfície (ha)	Fase do Procedimento	Modalidade	Pop. Indígena (2010)
Alto Turiaçu	Ka'apor	Centro Novo do Maranhão, Maranhãozinho, Centro do Guilherme, Zé Doca, Santa Luzia do Paruá, Araganã	530.524,7	Regularizada	Tradicionalmente ocupada	1.864
Arariboia	Guajá	Arame, Buriticupu, Amarante do Maranhão, Bom Jesus das Selvas, Santa Luzia, Grajaú	413.288,0	Regularizada	Tradicionalmente ocupada	6.997
Awa	Guajá	Governador Newton Bello, Centro Novo do Maranhão, Zé Doca, São João do Carú	116.582,9	Regularizada	Tradicionalmente ocupada	365
Bacurizinho	Guajá	Grajaú	82.432,4	Regularizada	Tradicionalmente ocupada	2.903
Bacurizinho	Guajá	Grajaú	134.040,0	Declarada	Tradicionalmente ocupada	
Caru	Tenetehera	Bom Jardim	172.667,3	Regularizada	Tradicionalmente ocupada	375
Geralda Toco Preto	Timbira	Arame, Itaipava do Grajaú	18.506,2	Regularizada	Tradicionalmente ocupada	160
Governador	Tenetehera, Gavião Pukobiê	Amarante do Maranhão	0,0000	Em Estudo	Tradicionalmente ocupada	-
Governador	Tenetehera, Gavião Pukobiê	Amarante do Maranhão	41.643,7	Regularizada	Tradicionalmente ocupada	1.049

Krenyê	Timbira, Krenyê	Vitorino Freire, Barra do Corda	8.035,6	Encaminhada RI	Reserva Indígena	-
Krikati	Krikati	Montes Altos do Maranhão, Lajeado Novo, Sítio Novo	144.775,7	Regularizada	Tradicionalmente ocupada	1.517
Lagoa Comprida	Tenetehera	Jenipapo dos Vieiras, Itaipava do Grajaú	13.198,2	Regularizada	Tradicionalmente ocupada	808
Morro Branco	Tenetehera	Grajaú	48,9	Regularizada	Tradicionalmente ocupada	587
Rio Pindaré	Tenetehera	Bom Jardim, Monção	15.002,9	Regularizada	Tradicionalmente ocupada	770
Taquaritiua (Gamela)	Gamela	Viana, Penalva, Matinha	0,0000	Em Estudo	Tradicionalmente ocupada	-
Urucu/Juruá	Tenetehera	Itaipava do Grajaú	12.697,0	Regularizada	Tradicionalmente ocupada	835
Vila Real	Tenetehera	Barra do Corda	0,0000	Em Estudo	Tradicionalmente ocupada	-

Fonte: Fundação Nacional do Índio – FUNAI (2018); IBGE (2010)

Ao longo dos 640 km de extensão do litoral maranhense existem aproximadamente de 280 comunidades tradicionais pesqueiras (IBAMA, 2008) e toda uma rica rede hidrográfica distribuída em 12 bacias (GEPLAM, 2002), com destaque para a Baixada Maranhense, bela e importante unidade de paisagem, representada por campos e lagos inundáveis. Nesse cenário de fartura hídrica natural a pesca é, sem dúvidas, uma fonte de renda para os ribeirinhos, para os moradores do litoral e segundo o Registro Geral de Pesca (RGP) do Ministério da Pesca de Aquicultura (MPA), existem mais de 100.000 pescadores em todo território maranhense (MPA, 2010).

A pesca constitui uma das principais atividades econômicas do bioma sendo desenvolvida por homens que desde muito cedo aprendem esse ofício. Contudo, o que se observa é que esta não é apenas uma atividade desenvolvida por homens e mulheres, chefes de família, filhos e esposas, estão atuando principalmente na mariscagem para o consumo familiar (MONTELES, et al. 2010).

Dentre as diferentes categorias denominadas de Populações Tradicionais encontram-se, no Estado do Maranhão, as quebradeiras de coco babaçu, formada por mulheres de comunidades extrativistas. No Maranhão, mais precisamente no bioma amazônico, a presença das mulheres ocorre de forma dispersa e o manejo da terra se desenvolve de maneira bem peculiar. A produção das mulheres tem um modelo organizacional próprio e se estende para além da coleta e do beneficiamento. A luta

pela posse do território e pela manutenção dos babaçuais como fonte de renda principal ou secundária da família faz parte do contexto que estão inseridas tendo em vista a importância do babaçu na renda familiar, pois, do fruto da babaçueira tudo é aproveitado, da casca até a própria palmeira após a sua extinção.

Essas mulheres consideram, fortemente, a sua identidade ligada a formação do ambiente pelos laços estabelecidos tradicionalmente, entre elas e o meio onde vivem, e desenvolvem suas relações laborais e afetivas. Do mesmo modo, se perfazem laços solidários entre elas, muitas vezes, classificadas como “nômades e itinerantes”, sendo firmadas regras coletivas sobre uma base física, considerada comum, essencial e inalienável.

No bioma amazônico do Maranhão a renda adquirida com o babaçu é significativa nos municípios de Açailândia, Amarante do Maranhão, Anajatuba, Araganã, Arari, Bacabal, Bela Vista do Maranhão, Cajari, Cidelândia, Conceição do Lago-Açu, Igarapé do Meio, Itapecuru Mirim, Lago da Pedra, Matinha, Monção, Nova Olinda do Maranhão, Palmerândia, Pedro do Rosário, Penalva, Peri-Mirim, Pinheiro, Presidente José Sarney e Santa Helena, São Francisco do Brejão e São Luís Gonzaga do Maranhão. Além desses municípios, encontramos na atividade de campo uma produção significativa da extração do coco de babaçu no município de Lago do Junco que exporta o coco babaçu e seus derivados para os EUA através de uma cooperativa – COPPAU – o produto é destinado à fabricação de cosméticos. Além dos EUA, os produtos seguem para Inglaterra, Itália, e no Brasil chega aos estados de São Paulo e Pará. Possuem ainda seis cantinas, sendo oito em Lago do Junco e dois em Lago dos Rodrigues, este último mesmo não estando no bioma amazônico do Maranhão, fortalece o trabalho das mulheres no Bioma inteiro.

Outra comunidade tradicional e de interesse relevante no bioma amazônico maranhense são os remanescentes quilombolas. As raízes sociais, culturais e étnicas dos quilombos maranhenses – dos quais as comunidades quilombolas são o resultado – estão diretamente ligadas aos engenhos, usinas e fazendas, pois, os quilombos são o resultado da fuga dos negros escravos que, angustiados pelos maus tratos sofridos, fugiam e se embrenhavam nas matas de então.

Hoje, referidas áreas, devido o avanço das rodovias podem, na sua quase totalidade, ser alcançadas com facilidade, mas no Brasil Colonial ou Imperial era difícil localizá-los, em que pese todo o sistema de vigilância que eles possuíam pra serem avisados da aproximação do empregado da fazenda ou engenho de onde fugiam, os

conhecidos capitães do mato, que utilizavam, às vezes, cães que farejavam o caminho dos fugitivos. Alguns quilombolas mantiveram-se isolados e quase incomunicáveis até a década de 1960.

Pela Portaria nº 315, de 12 de dezembro de 2017 da Fundação Palmares, o Maranhão tem 1.210 Comunidades Remanescentes de Quilombos, das quais 511 estão certificadas e 699 reconhecidas. Das 1.210 comunidades citadas 903 estão em municípios do bioma amazônico do Maranhão, destacando-se com o maior número de comunidades, Alcântara (192), Itapecuru-Mirim (62) e São Vicente Ferrer (47). Ao se considerar a distribuição das comunidades quilombolas por Região de Planejamento têm-se os seguintes números: Metropolitana da Grande São Luís (267), Litoral Ocidental (137), Baixada Maranhense (100), Pericumã, Lagos (100), Baixo Itapecuru (98), Mearim (33), Pindaré (17), Alto Turi (10), Carajás (8), Gurupi (7), Baixo Turi (7), Tocantins (5), Eixos Rodoferroviários (4), Imigrantes (4), Serras (3) e Lençóis Maranhenses (3).

Ainda em análise técnica pela Fundação Palmares, a área quilombola da Liberdade, constituída pelos bairros Liberdade, Camboa, Fé em Deus e Diamante, se aprovado, será a primeira área quilombola urbana da capital maranhense, São Luís, e do Estado do Maranhão.

10 ORGANIZAÇÕES CIVIS E INSTITUIÇÕES PÚBLICAS

As Organizações Civis e Instituições Públicas são todas e quaisquer instituição que desenvolva projetos sociais com finalidade pública. Dentre estas encontram-se as cooperativas e associações que, embora guardem semelhanças, são termos que explicam organizações sociais diferentes. O associativismo visa à adoção de formas de agir em conjunto, estimulando a confiança, a ajuda mútua, o fortalecimento e o empoderamento das pessoas. O cooperativismo é utilizado quando um grupo de pessoas se une e forma uma cooperativa, que é uma empresa de sociedade coletiva.

As cooperativas e associações surgem então como alternativas na geração de trabalho e renda para a população que não tem acesso ou não se enquadra no perfil de trabalhadores e trabalhadoras assalariadas com registro formal em carteiras

de trabalho. Além de alternativas de produção compartilhada entre famílias que possuem pequenas produções.

São as seguintes categorias que formam cooperativas ou associações segundo o CADSOL: agricultores familiares, artesãos, artistas, assentados da reforma agrária, catadores de materiais recicláveis, garimpeiros ou mineiros, técnicos profissionais de nível superior e trabalhadores autônomos. No Estado do Maranhão não foram encontrados dados das Organizações da Sociedade Civil (OSCs) que identifique o perfil e quantidade de cooperativas e associações por municípios do bioma amazônico do Maranhão. Os dados fornecidos pelo Ministério do Trabalho e Previdência Social articulado com a Secretaria Nacional de Economia Solidária através do Cadastro Nacional de Empreendimentos Econômicos Solidários (CADSOL), referentes aos anos 2014 a 2017, apresentam números gerais de empreendimentos solidários em todo Estado sem identificar por municípios.

Identificou-se na pesquisa de campo no município de Carutapera, uma Cooperativa de Pescadores, com 21 famílias associadas, uma experiência bastante exitosa, com a extinção da do atravessador. Os cooperativados da Cooperativa de Pescadores e pescadoras Artesanais de Carutapera (COOPEC) possuem uma estrutura que vai desde a pesca coletiva, insumos e venda e distribuição do pescado que é feito na capital São Luís e uma cooperativa em Lago do Junco (COPPALJ) Cooperativa dos Pequenos Agricultores Agroextrativistas de Lago do Junco LTDA que produz a torta e o óleo de babaçu com selo de certificação orgânica. Experiências que trazem trabalho e renda a população rural.

Na Grande Ilha de São Luís, identificou-se em atividade de campo várias associações de pequenos agricultores e agricultoras de hortifrúti e em alguns bairros da zona rural, além da criação de pequenos animais como galinhas, patos, produção de ovos e hortaliças além de beneficiamento de frutas. Comunidades como: Matinha, Itapera, Quebra Pote, Igaráú, Tauá Mirim, Cajueiro, Rio dos Cachorros, Taim, Jacamim, Vila Maranhão, Porto Grande, Cajueiro e outras comunidades rurais realizam pequenas produções para venda e subsistência em pequenos grupos associados. As associações identificadas produzem coletivamente e poucas registradas no Programa.

Os Clubes Recreativos e Esportivos são duas categorias da sociedade civil organizada relacionada entre si. A Grande Ilha apresenta a maior quantidade de clubes recreativos e esportivos do bioma amazônico do Maranhão, totalizando 21 reconhecidos e cadastrados pela Federação Esportiva do Maranhão. Nos demais

municípios do bioma existem muitos times informais e amadores sem cadastro na federativa, sendo assim, o futebol representa significativa atividade de lazer aos maranhenses em todo bioma amazônico do Maranhão.

O bioma amazônico do Maranhão além de toda riqueza natural tem uma imensa lista de manifestações folclóricas. As Associações folclóricas e de artesãos fazem parte da forma de Organização da Sociedade Civil. Grande parte dessa cultura popular se integra de forma coletiva no sentido de manter as tradições locais vivas na memória das gerações atuais e das futuras gerações como forma de manter viva a sua ancestralidade.

Com uma população formada por negros, indígenas, descendentes de portugueses, espanhóis, franceses as manifestações culturais são fortes e diversas. Não foi possível quantificar as instituições e identificar dentro do bioma amazônico do Maranhão. Os registros encontrados através de documentos das secretarias de cultura tanto estadual quanto municipal possuem registros de forma geral sem ter como critério os municípios de forma separada, tendo em vista que as políticas de culturas são municipais.

As Organizações não governamentais (ONG's) são entidades particulares sem fins lucrativos com finalidade pública. Geralmente as ONG's estão diretamente ligadas a causas sobre o meio ambiente, direitos humanos, saúde, educação popular, etc. com o intuito de promover ações sociais que possam garantir a qualidade de vida e resgatar a dignidade de qualquer cidadão e cidadã em situações onde os governos e gestores públicos não estão incidindo. No Maranhão as ONG's estão muito presentes, devido principalmente à velocidade que a floresta amazônica do Estado está sendo devastada, de 59% do bioma amazônico presente no Maranhão, já foi desmatado mais da metade, o que ainda resta são em algumas reservas ambientais e terras indígenas próximas a divisa com o Estado do Pará. O Estado do Maranhão conta com 229 ONG's, sendo a maioria se encontra na Grande Ilha do Maranhão (São Luís, Paço do Lumiar, São José de Ribamar e Raposa) com um total de 166 ONG's. Nas demais regiões de planejamento há um total de 42 ONG's.

Os Sindicatos dos Trabalhadores e Trabalhadoras Rurais (STTR) e de Pescadores são organizações coletivas com legitimidade jurídica e institucional para defender os trabalhadores e trabalhadoras e os seus interesses. Os filiados têm acesso ao sindicato, onde podem fazer e participar de discussões, enfim, defender seus interesses.

No bioma amazônico maranhense há, de acordo com a Federação dos Trabalhadores Rurais Agricultores e Agricultoras do Estado do Maranhão (FETAEMA), um total de 83 Sindicatos dos trabalhadores e trabalhadoras rurais (STTR), distribuídos nas seguintes regiões de planejamento: Alto Turi com 7; Baixada Maranhense 6; Baixo Itapecuru 4; Baixo Turi 7; Carajás 5; Eixorodoferroviário 4; Gurupi 5; Metropolitana da Grande São Luís 10; Imigrantes 4; Lagos 2; Lençóis Maranhenses 1; Litoral Ocidental 9; Mearim 9 e Pericumã 10.

Quanto aos sindicatos e colônias de pescadores, em vários municípios do Litoral Ocidental, Lagos, Baixada Maranhense, Gurupi, Metropolitana da Grande São Luís há estas duas organizações civis, com número significativo de associados, enquanto das demais regiões há apenas a colônia.

Também de importância no bioma amazônico maranhense estão as associações religiosas e associações de pais e mestres presentes em quase todos os municípios, quanto aos comitês há poucas informações sobre estes, com destaque para a implantação de comitês de bacias hidrográficas.

11 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Comparativamente, as regiões do bioma amazônico maranhense têm muito em comum do ponto de vista populacional, pois, se assemelham por apresentar comportamentos de contínuo declínio nas taxas de decrescimento populacional, sendo que algumas delas alcançando crescimento próximo a zero no período 2010-2018. Além das alterações na dinâmica de crescimento populacional das regiões, fortemente condicionada pelos processos migratórios, interagem também as mudanças no comportamento reprodutivo e no perfil de mortalidade da população, observadas no período 2000-2016. Mudança que acompanhou pari passu o processo brasileiro de um modo geral e o maranhense em particular. A maioria das regiões de planejamento analisadas experimentam níveis de fecundidade mais elevados do que a média do Estado, no entanto, todos experimentaram quedas na taxa de fecundidade no intervalo de vinte anos em questão, alguns em níveis expressivos. Outra consideração importante, deve-se ao fato que o envelhecimento da população tem implicações complexas que devem ser levadas em conta no planejamento das ações públicas. Além das dimensões da saúde e da previdência social, a agenda sobre a atenção, proteção e cuidado da pessoa idosa deve estar na ordem do dia.

Considerando os indicadores relacionados às condições de vida da população, em especial à educação, percebe-se uma melhora na oferta em todas as modalidades de ensino, mas se faz necessária maior atenção do poder público em ações voltadas para a melhoria da educação básica, tendo em vista o baixo índice alcançado na nota IDEB da região do bioma amazônico. Além da Educação básica, uma maior espacialização da oferta de ensino superior e profissionalizante técnico, são elencados como ações que podem elevar o nível de instrução dos residentes no bioma amazônico do Maranhão. Com relação à saúde, houve melhora nos indicadores provenientes da expansão de políticas públicas voltadas para atenção básica, o que contribuiu para a redução de subnotificações de informações e expansão da assistência às famílias. Contudo, a mortalidade materna registrou crescimento em todas as regiões analisadas, o que requer políticas que resguardem a saúde da mulher. Além disso, destaca-se que grande parte dos residentes nos municípios do bioma amazônico apresentam dependência dos programas de transferência de renda, além de baixo Índice de Desenvolvimento Humano e elevada vulnerabilidade social.

Ao analisar a estrutura produtiva no bioma amazônico maranhense, observa-se que os resultados não diferem muito do restante do estado, com grande concentração do setor de Serviços, principalmente no que diz respeito à atividade da Administração Pública, o que aponta a grande dependência dos municípios nessa atividade. Além disso, vale mencionar que a pecuária é mais concentrada na região de Imperatriz, com o maior número de rebanho bovino, principalmente no município de Açailândia. Por fim, destaca-se que, diferentemente do cerrado, a produção agrícola na Amazônia Maranhense não é voltada para a produção de grãos, porém, algumas áreas próximas da zona de transição do bioma houve recentemente a introdução do cultivo de soja. Já a atividade de Extração Vegetal e Silvicultura é bastante forte.

Em infraestrutura econômica é possível perceber o grande gargalo no setor de transporte, na infraestrutura rodoviária, sendo um entrave no escoamento da produção, assim como na mobilidade e trânsito de pessoas. Recentemente houve investimentos no transporte ferroviário voltados à duplicação da Estrada de Ferro Carajás, mas os transportes marítimo e aeroviário, que também possuem potencial de expansão, carecem de investimentos o que gera uma matriz de transporte predominantemente rodoviária. Em infraestrutura energética e de telecomunicações observou-se desempenho progressivo no bioma, mas ainda é necessário investimento

em ampliação da disponibilidade de serviços como acesso à internet, garantindo maior conexão ao setor econômico, como também a população geral.

Outra situação que merece atenção, é o fato do bioma amazônico do Maranhão ser um grande exportador de trabalho escravo. A cada cinco trabalhadores identificados nessa condição, um é natural do Maranhão. E aproximadamente metade do contingente do Maranhão é proveniente desse território.

No período de 2006 a 2017, duplicou a participação do bioma amazônico do Maranhão no montante de trabalhadores em atividades do setor primário no Estado (6 em cada dez trabalhadores da Agropecuária em 2017), já o ritmo de crescimento do emprego formal, apesar de positivo, foi menor que o registrado no Estado, principalmente, em decorrência de desmobilizações na Construção Civil, visto que as duas maiores cidades do estado estão localizadas no bioma amazônico.

O bioma amazônico do Maranhão é um espaço geográfico diverso e complexo, com características naturais, culturais e étnicas únicas, reflexo de sua colonização e miscigenação entre grupos indígenas, europeus e africanos, o que refletiu na construção de um patrimônio histórico, cultural, antropológico e paisagístico de valor inestimável que carece de proteção e maior investimento por parte dos poderes públicos e iniciativa privada, a fim de viabilizar seu maior conhecimento.

Os equipamentos urbanos são de fundamental importância para o desenvolvimento socioeconômico das cidades. Nota-se grande concentração dos equipamentos está nas regiões Metropolitana da Grande São Luís, Tocantins, Mearim e Pindaré, que são os recortes espaciais nos quais estão as cidades com o maior contingente populacional urbano. Com efeito, os residentes na parte oeste do bioma, possuem maior dificuldade de acessar serviços básicos, o que contribui para indicadores sociais insatisfatórios.

Vale destacar ainda, a presença de conflitos entre populações tradicionais e detentores de grandes propriedades. Sinalizando a necessidade de políticas públicas que direcionem e estimulem o processo produtivo de forma inclusiva, para diminuir as desigualdades e a vulnerabilidade dos povos tradicionais às diferentes formas de violência e exploração. Sobre esse aspecto, foi relatado por algumas lideranças, em entrevistas e conversas, das dificuldades em órgãos públicos no que se refere ao atendimento das suas necessidades enquanto categoria de classe de trabalhadores, em apoio aos seus direitos adquiridos no decorrer do tempo, além dos desafios da profissão, relacionado ao acesso de saúde, educação, seguro defeso

entre outras políticas necessárias para a qualidade de vida. Destarte, proteger, fiscalizar e valorizar estas populações e suas terras é de fundamental importância para que sua sobrevivência e sua relação com a natureza sejam mantidas em estado de equilíbrio.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Defesa. **Braço Forte - Mão Amiga**. Parte superior do formulário/Parte inferior do formulário. Disponível em: <http://www.eb.mil.br/quarteis-por-estado>. Acesso em: 05 fev.2019.

BRASIL. Serviço de Identificação da Marinha do Brasil. **Comando do 4º Distrito Naval**. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/sim/pt-br/com4dn#CPMA>. Acesso em: 05 fev. 2019.

BRASIL. Lei n.11.445, de 5 de jan. de 2007. **Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico, altera a Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, a Lei nº 8.036, de 11 de maio de 1990, a Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, e a Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978**. Brasília, DF, jan. 2007.

BRASIL. Ministério da saúde. **Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde CNES**. Disponível em: http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/cnes/tipo_estabelecimento.htm. Acesso em 10 nov. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **Listas de aeródromos civis cadastrados**. Disponível em: <http://www.anac.gov.br/assuntos/setor-regulado/aerodromos/cadastro-de-aerodromos-civis>. Acesso em: 28 agos. 2018.

ALVES, E. J. P. *et al*. Projetos de Desenvolvimento. Impactos Sócio-Ambientais e a Reserva Extrativista do Taim. **Ciências Humanas em Revista**. Universidade Federal do Maranhão, Centro de Ciências Humanas. São Luís, 2007. V. 5 Número Especial. Semestral. p. 29 – 40.

ANEEL. Banco de Informações de Geração. **Capacidade de Geração do Brasil**: Disponível em : <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>. Acesso em: 10 nov. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9284: classifica o equipamento urbano, por categorias e subcategorias, segundo sua função predominante**. Rio de Janeiro, 1986.

BRASIL. Constituição Federal, 1988 BRASIL. **Decreto nº1775/96**. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/topicos/11722037/artigo-1-do-decreto-n-1775-de-08-de-janeiro-de-1996>>. Acesso em: 31 out. 2018

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES (CNT). **Plano CNT de Transporte e Logística**. 2018

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO (DENATRAN). **Estatística**: Frota de veículos, série histórica. Brasília, 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA. **Termo de referência**: contratação de serviços auxiliares de transporte aéreo, na modalidade proteção da aviação civil no aeroporto de Goiânia. Goiânia: INFRAERO, 2011.

ESPÍRITO SANTO, José Marcelo (Org.). **São Luís**: uma leitura da cidade. São Luís: Prefeitura Municipal de São Luís – Instituto de Pesquisa e Planificação da Cidade, 2006.

FUNAI – MA. **Dados da População Indígena do Maranhão**. Disponível em: http://www.consultaesic.cgu.gov.br/busca/dados/Lists/Pedido/Attachments/450915/R ESPOSTA_PEDIDO_ALDEIAS%20DO%20MA%20II.compressed.pdf. Acesso em: 15 out. 2018.

GEPLAM. **Atlas do Maranhão**. Laboratório de Geoprocessamento. UEMA. Ed. 20. São Luís. 2002.

IBAMA. **Boletim da estatística da pesca marítima e estuarina do nordeste do Brasil - 2006**. Monitoramento da atividade pesqueira no litoral nordestino – Projeto ESTATPESCA (Convênio SEAP/IBAMA/PROZEE 060/2006). IBAMA/FUNDAÇÃO PROZEE/SEAP-PR. Tamandaré. 2008.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>.

IMESC. Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos. **Boletim de Conjuntura Econômica Maranhense**. v. 6, n. 4 (out./dez. 2018). – São Luís: IMESC, 2018.

ITAPARY, Mauricio Abreu. **A Geo-História da Evolução Urbana de São Luís. Levantamento Cartográfico**. Monografia de graduação, São Luís. 1999.

MARANHÃO. **Ministério da Justiça e Segurança Pública**. Superintendência Regional no Maranhão. Disponível em: <http://www.pf.gov.br/institucional/unidades/superintendencias-e-delegacias/maranhao> Acesso em: 05 fev. 2019.

MAURICI, Elisa. **Trabalho: uma atividade em constante transformação**. Monografia em Economia. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2007.

MPA (MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA). **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura**: Brasil 2008-2009, 2010. Disponível em: <http://www.mpa.gov.br/mpa/seap/Jonathan/mpa3/docs/anu%E1rio%20da%20pesca%20completo2.pdf>. Acesso em: 06 out. 2018

ROSS, Jurandyr. L. Sanches. **Geografia do Brasil**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1995.

SECOM PMMA. **Telefones das unidades com Endereço**, 2013. Disponível em: <https://pm.ssp.ma.gov.br/telefones-das-unidades-com-endereco/> Acesso em 05 fev 2019.

SILVA, Pedro Paulo de Lima Etelli. **Dicionário Brasileiro de Ciências Ambientais**. Rio de Janeiro, Thex Editora, 2002.

SOARES, F. R.; MENDES, J. A.; CARMO, M. B. S.; **Taxa de Natalidade**: Uma Análise em São José dos Campos. XIV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e X Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba, 2010.

TROVÃO, José Ribamar. **O Processo de Ocupação do Território Maranhense** In: cadernos do IMESC n. 5. São Luís, IMESC, 2008.

VALE. **Logística**: Trem de passageiros da Estrada de Ferro Carajás. Disponível em: <http://www.vale.com/brasil/PT/business/logistics/railways/Passenger-Train-Service-Carajas/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 3 set. 2018.

VELHO, Otávio Guilherme. **Frente de expansão e estrutura agrária**. Rio de Janeiro, 1981.

PADRÕES DE USO E COBERTURA DA TERRA NO BIOMA AMAZÔNICO MARANHENSE

Equipe

Antônio José de Araújo Ferreira (Coordenador); Arkley Marques Bandeira; Erlis Hilda Gouveia Teixeira; Gisselly Poliana Santos Muniz; Ítalo Rafael Carvalho Coêlho; Jonatan Muniz Caldas; Luiz Carlos Araújo dos Santos; Yata Anderson Gonzaga Masullo.

1 INTRODUÇÃO

O Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE), na escala de 1:250.000, almeja apoiar as políticas territoriais, de maneira que possa orientar os tomadores de decisão para definirem e efetivarem políticas afins com as diretrizes de planejamento estratégico da Amazônia Legal e, particularmente, do Bioma Amazônia no Estado do Maranhão. Isso porque o governo dessa unidade da Federação, por intermédio da Secretaria de Planejamento e da Comissão Estadual do Zoneamento Ecológico - Econômico, decidiu elaborar o ZEE/MA por etapas prioritárias, cuja primeira abrange o citado bioma. Este, convém ressaltar, abrange 108 dos atuais 217 municípios maranhenses, o correspondente a 27% do território estadual, no qual viviam 61,81% da população maranhense em 2010, concentrando 53,84% do Produto Interno Bruto total, em 2012.

Em tal bioma desenvolvem-se atividades e usos vinculados aos setores primário (pecuária, agricultura, extrativismo vegetal e mineração) e secundário (siderurgia, madeireira, construção civil, etc), bem como o mesmo faz parte do “arco do desmatamento” da Amazônia Legal. Em seu perímetro estão presentes 8 terras indígenas, 16 unidades de conservação, 580 comunidades agrupadas em 44 territórios quilombolas, 686 projetos de assentamentos (68,32% do total estadual), 7 polos turísticos, 74 sítios arqueológicos, 8 consórcios intermunicipais, um cidade patrimônio cultural da humanidade, uma cidade que é tombada pelo patrimônio nacional e duas regiões metropolitanas (a da Grande São Luís e a do Sudoeste Maranhense), além de 7.559 km² em forma de Área de Preservação Permanente. Os conflitos de uso e sobreposições, portanto, também são recorrentes, requerem apreensão e reversão.

A partir dos supracitados elementos e conteúdos, o Sumário Executivo do tema “Ocupação, Uso e Cobertura da Terra do Bioma Amazônia no Maranhão” é apresentado, sendo que se excetuando essa Introdução, o conteúdo foi dividido em 3

partes: 1) Procedimentos Metodológicos; 2) Discussão dos Resultados, que foi subdividida em 8 itens – Ocupação do Bioma Amazônia, População, Inventário de Varredura e Reconhecimento dos Bens Históricos e Culturais, Análise Preditiva de Ocorrência de Incêndios, Polos Turísticos, Consórcios Intermunicipais, Classificação do Uso e Cobertura da Terra; e 3) Considerações Finais.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O tema Uso e Cobertura da Terra do Bioma Amazônia do Maranhão foi desenvolvido conforme os seguintes procedimentos metodológicos:

- 1) Levantamento bibliográfico (livros, periódicos, monografias, dissertações e teses), documental (leis, plano diretor, plano de ordenamento territorial), cartográfico (cartas, mapas, imagens de satélite, croquis) e iconográficos (fotografias, gravuras, desenhos). Esses, portanto, subsidiaram a compilação de um texto baseado na análise da revisão bibliográfica, assim como em informações e dados existentes;
- 2) Visita técnica a instituições públicas e particulares localizadas e/ ou que atuam no Bioma Amazônia no Maranhão, a fim de complementar dados e informações já obtidos no item supracitado, a exemplo das 108 prefeituras municipais e respectivas secretarias, além das câmaras de vereadores, bem como à FIEMA, SEBRAE, Clube de Diretores Lojistas, instituições financeiras (públicas - Banco do Brasil, Caixa, BASA, BNB e particulares), FUNASA, INCRA, SEMA, ICMBio, IBAMA, ITERMA, IPHAN, SINFRA, MOB, IMESC, IBGE, INSS, Receita Federal, Justiça Federal, além de representantes de consórcios intermunicipais, e do Corredor Centro-Norte, o que culminou em documento atinente à posição oficial dessas instituições;
- 3) Interpretação visual e supervisionada dos produtos cartográficos selecionados almejando à elaboração e ajustes nos mapas temáticos que ilustram os diversos temas que integram o diagnóstico temático;
- 4) Elaboração de mapa preliminar de Uso e Cobertura da Terra do Bioma Amazônia, a fim de avaliar pertinência da representação das classes identificadas e testá-las em campo;
- 5) Realização de duas etapas de campo (20/08/18 a 26/08/18, e de 10/06/19 a 18/06/19) almejando à complementação de dados e informações através da observação direta intensiva, registro fotográfico, visitas técnicas e

entrevistas semiestruturadas;

- 6) Seleção, tabulação, análise e interpretação dos dados e informações obtidos, que sustentam os argumentos de cada expertise e do tema central;
- 7) Ajustes no mapa final de Uso e Cobertura da Terra do Bioma Amazônia;
- 8) Elaboração de relatórios parciais e finais, conforme cronograma definido pela Coordenação do ZEE/MA.

Em se tratando da temática “risco de fogo”, utilizou-se a escala regional, que serviu como base de referência, comparação e nível de associação espacial, além de possibilitar a geração de cenários de modelos preditivos para ocorrências de queimadas. Assim como parte das técnicas utilizadas para o desenvolvimento da análise preditiva, utilizou-se a interpolação de pontos, com o intuito de identificar locais que possuem maior probabilidade de ocorrência de queimadas, com base nos dados fornecidos pelo INPE, correspondente à coleção de pontos de queimadas entre 1999 e 2017, alinhado risco de fogo - RF, dias sem chuvas registrados, além da potência radiativa da ocorrência - FRP registrada.

Dessa forma foi possível obter dados específicos das ocorrências de queimadas, com valores de cada ponto e das áreas classificadas com valores preditos. Como estimador para análise espacial, foi aplicada a técnica de análise geoestatística, conhecida como Krigagem. Este método geoestatístico, é um método de interpolação geoestatística que possibilita a estimação de um atributo, a partir da sobreposição de diferentes atributos, sendo reconhecido como Co-krigagem. Ressalta-se que esta técnica, pode ser entendida como uma predição linear ou uma forma da Inferência bayesiana, partindo-se do princípio que pontos próximos no espaço tendem a ter valores mais parecidos do que pontos mais afastados (LANDIM et al., 2002; JOHNSON e WICHERN, 2002).

Ao mesmo tempo, este método considera as características espaciais de autocorrelação de variáveis regionalizadas. Essa análise fornece coeficientes que descrevem a variabilidade espacial do conjunto analisado, expressa em curvas de semivariogramas. Ressalta-se que na operação de krigagem, os coeficientes do semivariograma são fornecidos, para o controle da interpolação, com o conjunto de amostras, onde cada ponto calculado, dentro de um raio de busca são ponderadas de acordo com a função de sua distância em relação ao ponto calculado (CAMARGO et al., 2004).

Para realização do procedimento técnico utilizou-se a ferramenta Geostatistic Analsyt do ArcGIS 10.6, com o emprego da função Krigagem Ordinária, sem nenhuma transformação nos dados e sem remover nenhum tipo de tendência. Em relação ao semivariograma, este foi selecionado como tipo de vizinhança a função de suavização. Desse modo foi possível calcular o desvio padrão entre os diferentes níveis, o que concorreu para regionalizar as variáveis considerando a localização, distância e a semivariância.

Para efeito do “mapeamento das classes de Uso e Cobertura da Terra do Bioma Amazônia”, utilizou-se: 1) como base o mapeamento de Uso e Cobertura do Maranhão do IBGE (2016); 2) imagens *Landsat 8 Oli* para as devidas alterações nos polígonos das classes no *shapefile*, o que resultou em novos polígonos e reunidos junto ao mapeamento do IBGE; 3) o comando “*Union*” no software *ArcMap* para agregar os polígonos dos *shapes* de Terra Indígena, Áreas de Assentamento, Unidades de Conservação, Áreas Quilombolas, Manchas Urbanas e Áreas Institucionais ao *shapefile* base, obtendo-se o Mapa 20; 4) agruparam-se os polígonos em um único *shapefile* e foi feito o processo de recorte através das Folhas na escala 1:250.000, culminando na Tabela 2.

3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

3.1 Ocupação do Bioma Amazônia no Maranhão

A dinâmica espacial do Bioma Amazônia leva em conta 108 dos 217 municípios maranhenses, os quais se caracterizam por situarem-se em áreas cuja ocupação abrange 3 períodos: 1) Frente do Litoral, a partir de São Luís, em 1616 (oficialmente), à montante dos rios Itapecuru, Mearim e Pindaré, predominantemente; 2) Frente do Centro-Sul, a contar de Pastos Bons, em 1740, a qual se espalhou pelos Cerrados do Sul e demandou na direção do rio Grajaú e sua articulação com o Mearim; 3) Projetos de Colonização e Povoamento, que remontam à década de 1960 e viabilizaram a apropriação dos interflúvios do Pindaré no sentido do Gurupi. A soma desses movimentos revela o surgimento de municípios que tiveram origem no século XVII enquanto outros foram criados em 1994 (Quadro 01) e totalizam 108 (Mapa 01) o que deixa implícito uma gama de elementos e conteúdos que devem ser articulados no sentido de se proceder a devida análise (MEIRELES, 2001; FERREIRA, 2008; BANDEIRA, 2013; MARANHÃO, 2013; BURNETT, LOPES, DIAS, 2017).

Quadro 1 - Municípios e origem/criação do Bioma Amazônia no Maranhão

MUNICÍPIOS	ORIGEM/CRIAÇÃO
Açailândia	Distrito/ 1958
Alcântara	Aldeia/1648
Altamira	Projeto de Colonização/1949
Alto Alegre do Pindaré	Povoado/ 1994
Amapá do Maranhão	Projeto de Colonização/1955
Amarante do Maranhão	Povoado/ 1948
Anajatuba	Aldeia/1938
Apicum Açu	Povoado/1994
Arame	Povoado/1988
Axixá	Povoado/1917
Arari	Curato/1864
Bacabal	Fazenda/1920
Bacabeira	Povoado/1994
Bacuri	Projeto de Colonização/1815
Bacurituba	Povoado/1994
Bela Vista do Maranhão	Povoado/1994
Bequimão	Aldeia /1935
Boa Vista do Gurupi	Povoado/1994
Bom Jardim	Povoado/1964
Bom Jesus das Selvas	Povoado/1994
Bom Lugar	Povoado/1994
Brejo de Areia	Povoado/1994
Buriticupu	Povoado/1970
Buritirana	Povoado/1994
Cachoeira Grande	Povoado/1994
Cajapió	Aldeia/1924
Cajari	Porto de fazenda/1948
Cândido Mendes	Lugarejo/1819
Carutapera	Aldeia/1861
Cedral	Povoado/1964
Central do Maranhão	Povoado/1994
Centro do Guilherme	Povoado/1994
Centro Novo do Maranhão	Povoado/1994
Cidelândia	Povoado/1994
Conceição do Lago-Açu	Povoado/1994
Cururupu	Povoado/1835
Godofredo Viana	Povoado/1970
Governador Newton Bello	Povoado/1994
Governador Nunes Freire	Projeto de Colonização/1994
Grajaú	Povoado/1811
Guimarães	Fazenda/1758
Humberto de Campos	Vila/1835
Icatu	Vila/1688
Igarapé do Meio	Povoado/1994
Imperatriz	Vila/1849
Itaipava do Grajaú	Povoado/1940
Itapecuru Mirim	Vila/ 1817
Itinga do Maranhão	Povoado/1959
João Lisboa	Povoado/1961
Junco do Maranhão	Povoado/1994
Lago da Pedra	Aldeia/ 1929
Lago do Junco	Povoado/1918
Lago Verde	Povoado/1961
Matinha	Engenho/1948
Luís Domingues	Vila/1961

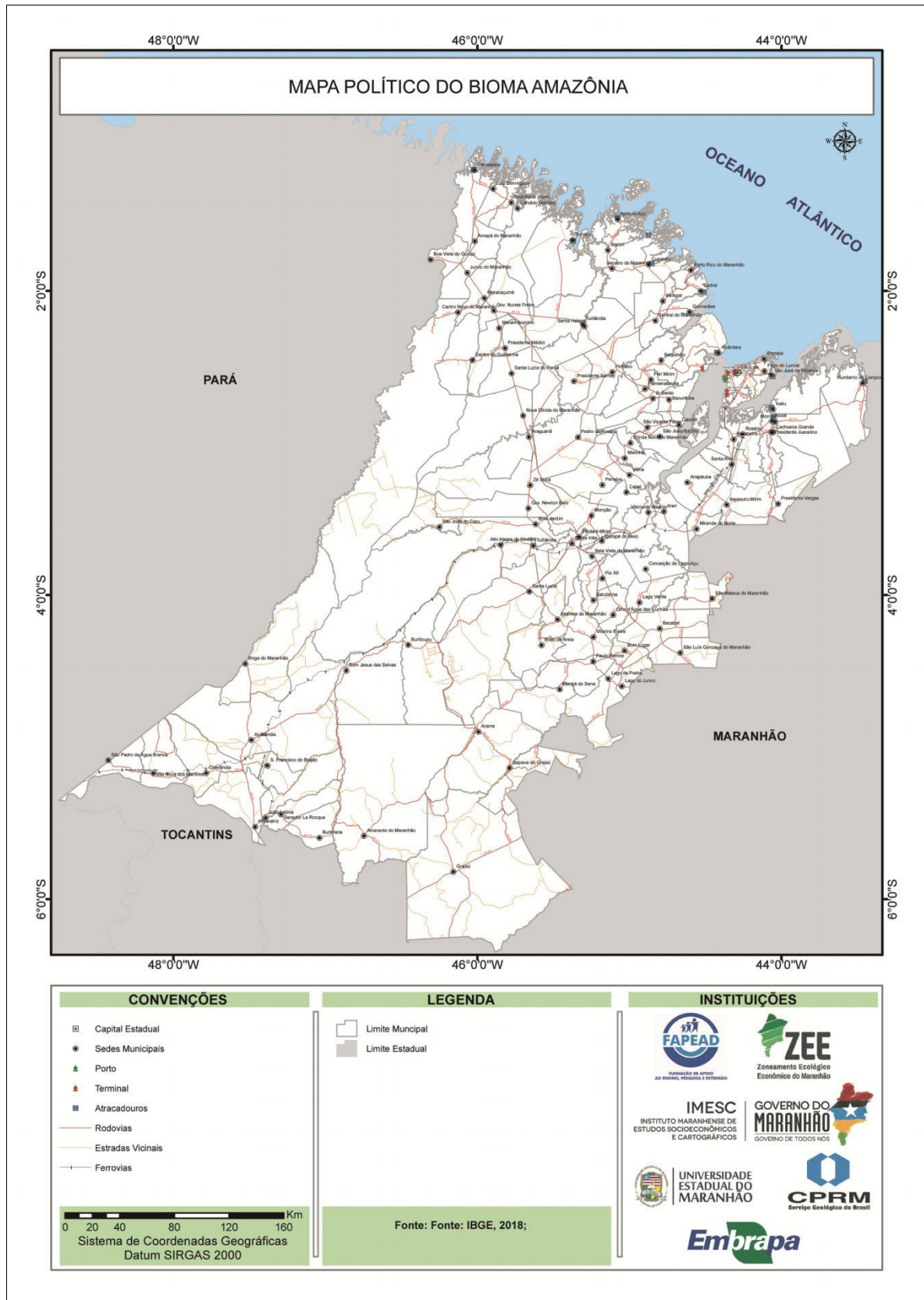
Maracaçumé	Projeto de Colonização/1994
Marajá do Sena	Povoado/1994
Maranhãozinho	Povoado/1994
Matinha	Povoado/1937
Miranda do Norte	Povoado/1961
Mirinzal	Povoado/1961
Monção	Aldeia/1935
Morros	Vila/1898
Nova Olinda do Maranhão	Povoado/1994
Olho d'Água das Cunhãs	Projeto de Colonização/1961
Olinda Nova do Maranhão	Povoado/1994
Paço do Lumiar	Vila/1625
Palmeirândia	Povoado/1959
Paulo Ramos	Povoado/1968
Pedro do Rosário	Povoado/1994
Penalva	Evangelização/1938
Peri-Mirim	Povoado/1935
Pindaré-Mirim	Fazenda/1931
Pinheiro	Fazenda/1856
Pio XII	Povoado/1959
Porto Rico do Maranhão	Povoado/1994
Presidente Juscelino	Povoado/1964
Presidente Médici	Povoado/1994
Presidente Sarney	Povoado/1994
Presidente Vargas	Fazenda/1829
Raposa	Povoado/1994
Rosário	Congrua/1777
Santa Helena	Aldeia/1935
Santa Luzia	Aldeia/1949
Santa Luzia do Paruá	Povoado/1987
Santa Rita	Aldeia/1961
São Bento	Projeto de Colonização/1948
Santa Inês	Povoado/1966
São João Batista	Fazenda/1958
São Francisco do Brejão	Povoado/1969
São João do Caru	Povoado/1994
São José de Ribamar	Aldeia/ 1627
São Luís	Processo de Colonização/1612
São Luís Gonzaga do Maranhão	Vila/ 1844
São Mateus do Maranhão	Projeto de Colonização/1961
São Pedro da Água Branca	Povoado/1994
São Vicente Ferrer	Povoado/1864
Satubinha	Povoado/1994
Senador La Roque	Povoado/1994
Serrano do Maranhão	Povoado/1994
Tufilândia	Povoado/1994
Turiação	Aldeia/1818
Turilândia	Povoado/1994
Viana	Aldeia/1684
Vila Nova dos Martírios	Povoado/1994
Vitória do Mearim	Fazenda/1835
Vitorino Freire	Povoado/1938
Zé Doca	Projeto de Colonização/1958

Fonte: IBGE (2017).

Convém ressaltar, que a Amazônia Maranhense propriamente dita, abrange todo o Oeste e Noroeste do estado, incluindo a Floresta dos Guarás, o Golfão Maranhense e a Baixada Maranhense. As maiores porções de floresta amazônica nesse estado estão na Reserva Biológica do Gurupi e nas 8 Terras Indígenas (Caru, Alto Turiaçu, Awá-Guajá, Araribóia, Geralda/Toco Preto, Governador, Krikati e Rio Pindaré). Contém ainda 16 unidades de conservação, 686 projetos de assentamento e 580 comunidades quilombolas. No entanto, as unidades de conservação e comunidades tradicionais vivem enfrentando diversos problemas ambientais, conflitos e ameaças de invasão de madeireiros, grileiros, posseiros, carvoarias e garimpos (MARANHÃO, 2013, 2014 e 2014a; FERREIRA; SANTOS, 2015).

A porção Sul do Maranhão teve sua ocupação inicial caracterizada pela procura de terras disponíveis para criação de gado à solta no início do século XVIII, por desbravadores originários de outros estados do Nordeste. A partir do final da década de 1970, esse quadrante começou a sofrer significativas transformações devidas, em grande parte, às ações governamentais de ocupação da fronteira agrícola. As novas concepções sobre essa dinâmica impõem a reflexão sobre as relações de poder que se instalavam nos quais os processos territoriais vinculados ao capital se particularizam como preponderantes (SOUSA, 2009; RODRIGUES, SANTOS, COSTA, 2017; FERREIRA, 2017). Nesse contexto, o Sul do Maranhão evidencia um conjunto de novas ações e de novos objetos técnicos, agentes sociais, políticos e econômicos, que fazem uso do território e criam condições para a reprodução do capital e do espaço.

Mapa 1 - Divisão política dos municípios no Bioma Amazônia no Maranhão.



Fonte: Registro da pesquisa (2018)

Convém ressaltar que, a história econômica do Maranhão é caracterizada por distintas estratégias e ações as quais se rebatem no Bioma Amazônia. Dentre essas, pode-se destacar a caça e aprisionamento dos indígenas, cultivo da cana de açúcar e do algodão para abastecer a metrópole portuguesa, agricultura de subsistência, rizicultura, extração do babaçu e mais recentemente, isto é, a contar da década de 1980 as referências são: a implantação de grandes projetos, entre eles: ALUMAR – Consórcio de Alumínio do Maranhão; PGC – Projeto Grande Carajás (cuja estrada de ferro corta os municípios de Açailândia, Arari, Alto Alegre do Pindaré, Anajatuba, Bacabeira, Bom Jardim, Bom Jesus das Selvas, Cidelândia, Igarapé do Meio, Itapecuru Mirim, Itinga do Maranhão, Miranda do Norte, Monção, Pindaré-Mirim, Santa Inês, Santa Rita, São Francisco do Brejão, São Luís, São Pedro da Água Branca, Tufilândia, Vila Nova dos Martírios e Vitória do Mearim); e o cultivo da soja no Sul do estado. É através desses investimentos econômicos (HOLANDA, 2008; FERREIRA, 2017), que o Maranhão tem se articulado ao mercado internacional na contemporaneidade e conseguido propagar o discurso da modernidade, legitimando as políticas direcionadas para esses setores produtivos. Entretanto, isso ocorre em consonância com o capital monopolista, deixando de fora do processo de desenvolvimento a maior parte da população aí estabelecida, o que torna o referido estado como um dos que mais apresenta problemas sociais em toda a Federação (SOUSA, 2011; RIBEIRO JÚNIOR, 2017).

No que se refere à ocupação e povoamento no Sul do Maranhão, pode-se ressaltar, que essa porção compreende um trecho efetivamente pioneiro, pois está localizada numa região da Amazônia Legal (embora o bioma predominante seja o Cerrado), e por isso se insere nos grandes projetos de ocupação da Amazônia brasileira. Para efeito de análise, o processo de ocupação do Sul do Maranhão apresenta temporalidades diferenciadas, desde a busca de pastagens para o gado que havia sido deslocado do litoral nordestino (Bahia), o cultivo do arroz, até a efetiva ocupação pela monocultura da soja, marcada pela industrialização da agricultura via fase III do PRODECER, a contar de 1992. Convém ressaltar que do Sul para o Norte do citado bioma sobressai-se a chamada bacia leiteira do Maranhão, devido à expressividade do rebanho bovino.

Nesse contexto, o agronegócio revelou muitas contradições como a violência, pois é baseado na busca e apropriação de grandes propriedades, ou seja, latifúndio, ocasionalmente gerando a expulsão de antigos moradores, conflitos e

mortes, assim como o desemprego uma vez que a mão-de-obra é substituída por máquinas visando à otimização da produtividade; some-se a isso a devastação de grandes áreas de floresta causando a perda da biodiversidade (FERREIRA, 2008a).

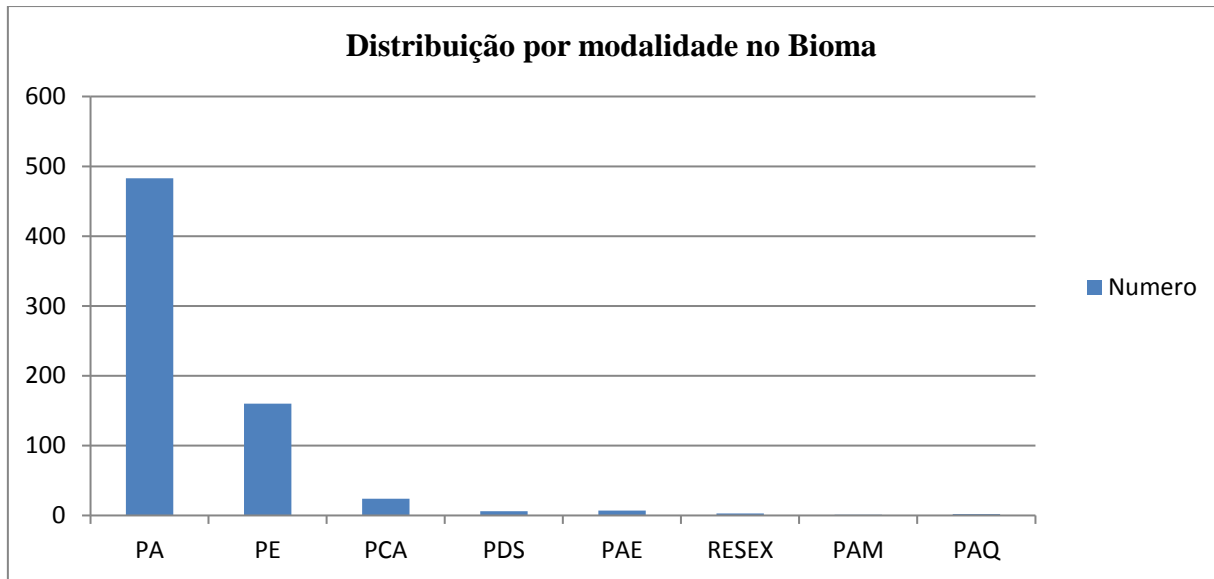
Nessa dinâmica destaca-se a plantação de eucalipto com o objetivo de produzir carvão vegetal para a indústria siderúrgica do estado do Maranhão, vinculada ao citado PGC, sendo que em dezembro de 2013, com o início operação da empresa Suzano Celulose, em Imperatriz, a qual passou a ter a capacidade de produção de 1,5 milhão de toneladas de celulose por ano, numa área de 476.187,70 hectares, dos quais 195.245,26 ha foram destinados aos plantios, tal empreendimento precisou de estradas, infraestrutura, linhas de transmissão de energia e outros (RIBEIRO JÚNIOR, 2017).

Enquanto os investimentos econômicos se apropriam de terras do Bioma Amazônia, as comunidades tradicionais se ressentem de políticas específicas, sendo que a população que foi atraída pelos projetos de colonização e povoamento ainda depara-se com um problema que já deveria ter sido sanado há muito tempo, ou seja, a propriedade das terras garantidas pela devida titulação e evidencia os conflitos como sendo resultado desse dinamismo. Isso porque na visão de Coca (2013, p. 385), “a conquista do assentamento rural faz parte de um processo de disputa territorial que garante a reprodução do modo de vida camponês, permitindo o acesso à terra a trabalhadores que anseiam não se sujeitar ao modo capitalista de produção”. Assim, os assentamentos são áreas dentro do contexto da reforma agrária brasileira, com intuito de desenvolver atividades da agricultura, pecuária e extrativismo, formados por famílias rurais. As três instâncias governamentais (federal, estadual e municipal) também cedem o título de assentamento, não distinguindo o tipo de camponês e território (COCA, 2013).

O Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) é, em nível da União, o responsável pela legalização dos territórios, assim como a instalação das famílias no local, com a concessão dos primeiros créditos e investimentos na infraestrutura como estradas, habitação, eletrificação e abastecimento. Desenvolve suas ações conforme uma classificação que aponta 14 tipos de projetos de assentamentos. Dentre esses, no Bioma Amazônia existem 8 projetos (PA-Projeto de Assentamento Federal, PE-Projeto de Assentamento Estadual; PAM-Projeto de Assentamento Municipal; PCA-Projeto de Assentamento Casulo; PDS-Projeto de Desenvolvimento Sustentável; Projeto de Assentamento Agroextrativista; Resex-

Reversa Extrativista; TRQ- Território Remanescente Quilombola (Figura 01 e Mapa 02). Dos 108 municípios que fazem parte do Bioma Amazônia, 89 ou 82,40% do total possuem 686 projetos de assentamentos que equivalem a 63,32% do total estadual, os quais ocupam 2.923.502,20 hectares em que vivem 92.164 famílias (INCRA, 2018).

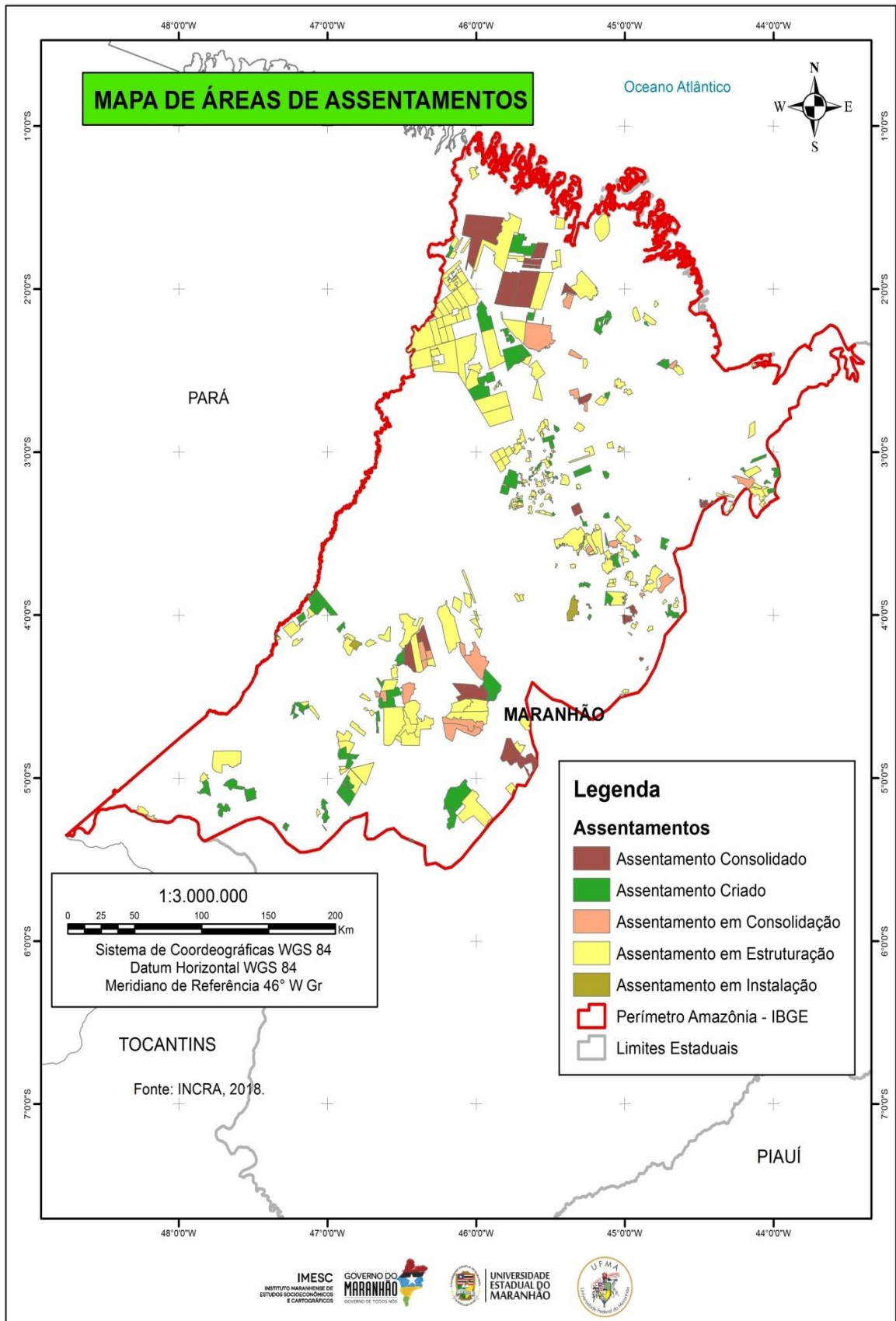
Figura 1 - Modalidades de Assentamento presentes no Bioma Amazônia no Maranhão



Fonte: INCRA (2018)

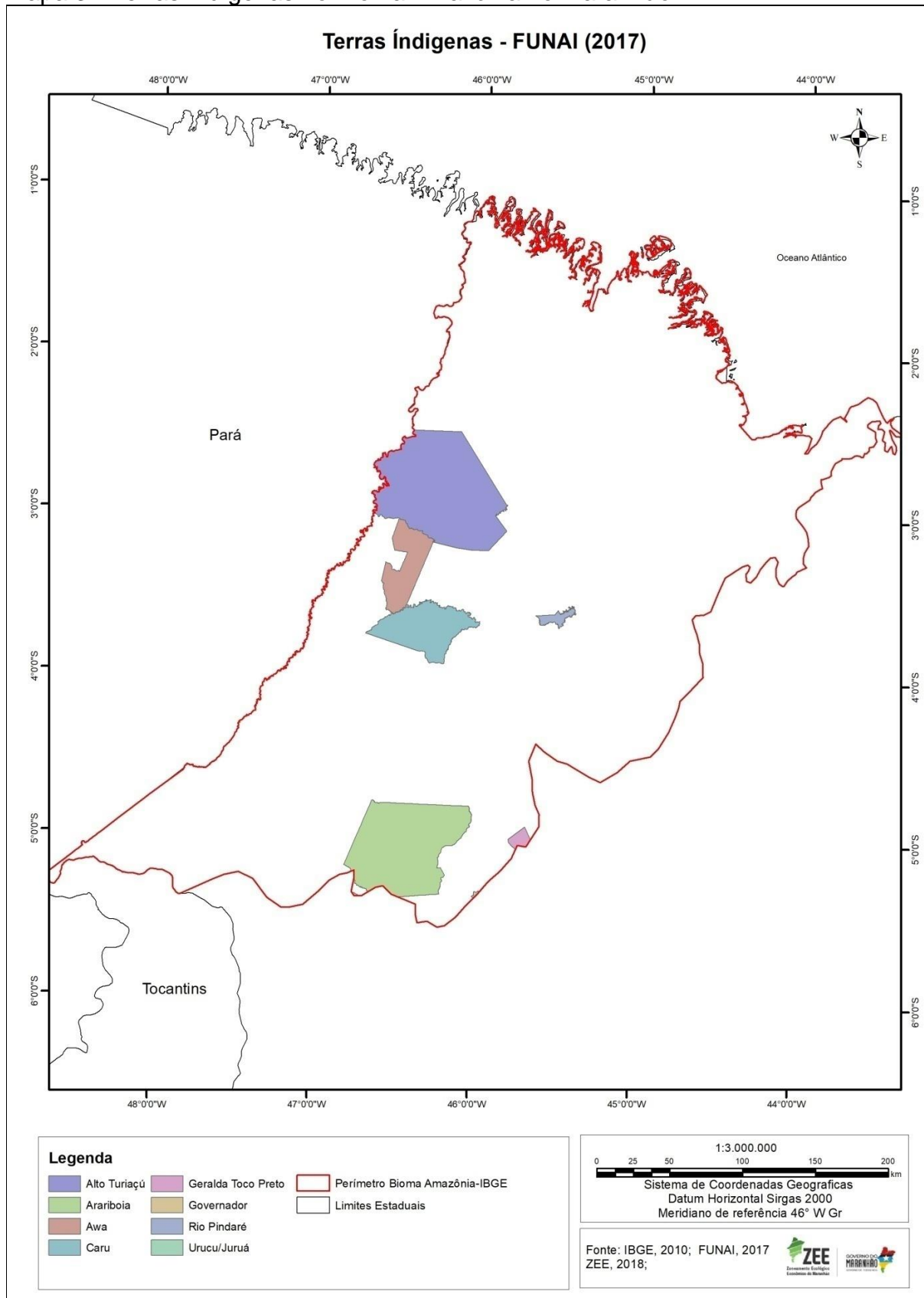
As Terras Indígenas no Maranhão representam 7,43% do território do estado, distribuídas em 20 Tis localizadas na porção Centro-Oeste (FUNAI, 2017). Dessas, 8 estão inseridas no Bioma Amazônia sendo que a Alto Turiaçu, Guajá, Rio Pindaré e Caru estão inseridas em seu perímetro (Mapa 03) - (MARANHÃO, 2013).

Mapa 2 - Áreas de assentamento no Bioma Amazônia no Maranhão



Fonte: INCRA (2018)

Mapa 3 - Terras Indígenas no Bioma Amazônia no Maranhão

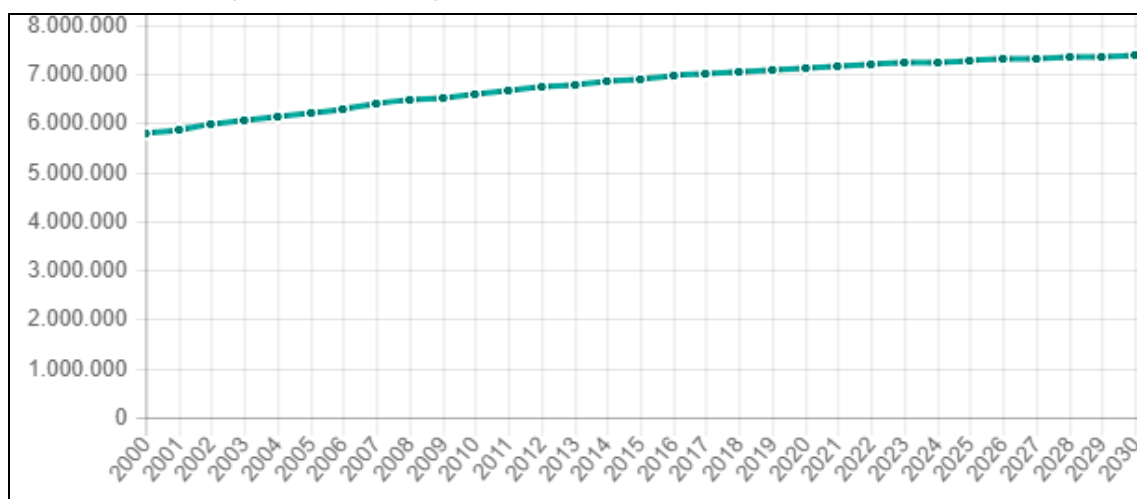


Fonte: IBGE (2010 e 2016); FUNAI (2017) e ZEE (2018)

3.2 População do Bioma Amazônia no Maranhão

Considerando o primeiro (1872) e o mais recente censo demográfico do Brasil (2010), constata-se que a população maranhense passou de 359.040 habitantes no primeiro ano para 1.583.248 (1950), 3.037.135 (1970), 5.651.475 (2000) e 6.574.789 habitantes em 2010, implicando em 6.215.749 novos indivíduos no período de 1872-2010. Ao se considerar a projeção para o ano de 2017, a população dessa unidade da Federação era de 7.000.229 habitantes, o que representa um aumento de 6,47% em relação ao censo de 2010. A figura 02 representa a projeção de aumento da população maranhense de 2000 a 2030, sendo que a partir de 2017 é demonstrada uma constante na variação da população estadual.

Figura 2 - Projeção da população maranhense (2000-2030)



Fonte: IBGE (2017)

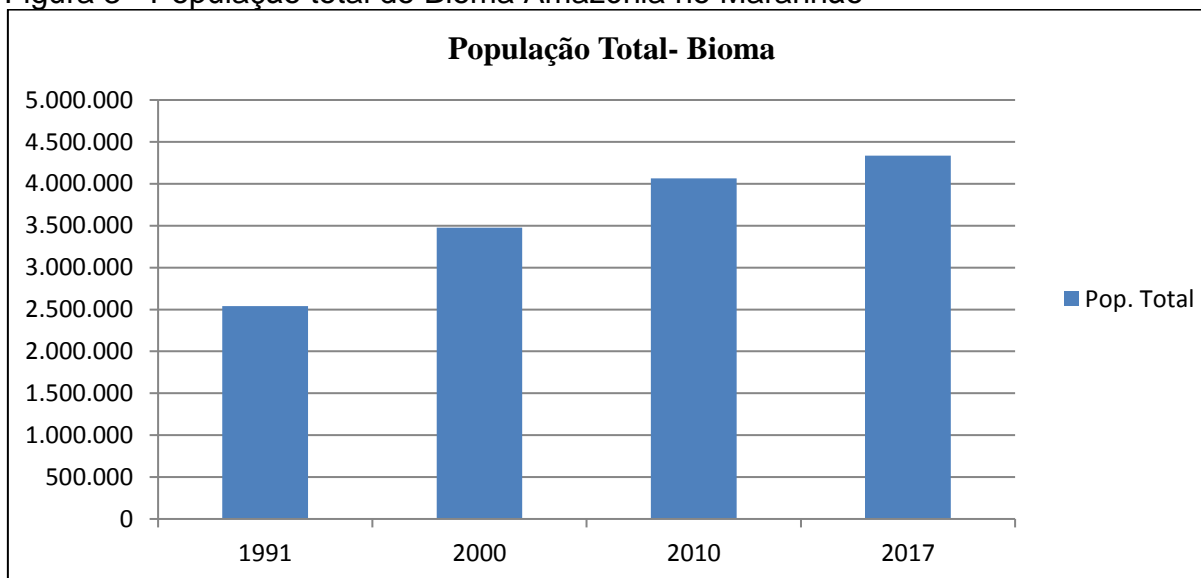
O censo de 2010 (IBGE, 2010) revelou que a população total do Maranhão representava 3,4% da brasileira (190.755.799 habitantes) e pouco mais de 10% dos residentes na macrorregião Nordeste (53.081.950 pessoas). Considerando o número total de habitantes (6.574.789) do Maranhão em 2010, 4.147.149 moravam na zona urbana (63,7%) e 2.427.640 na rural (36,3%).

A Taxa Média de Crescimento Geométrico da população maranhense entre 2000 e 2010 foi de 1,52%, a qual acompanha a taxa média dos demais estados do país (1,55%) e supera a nacional que era de 1,17% (MARANHÃO, 2011).

Tomando por base os municípios que compõem o Bioma Amazônia no Maranhão, constata-se que em 1991, esse era habitado por 2.540.422 pessoas, que ascenderam para 3.474.937 habitantes no ano 2000 e de acordo com o censo mais

recente (2010) já eram 4.064.069 (61,81% do total estadual), dos quais 21.272 eram indígenas, sendo que a estimativa para 2017 indicava 4.337.046 residentes (Figura 3).

Figura 3 - População total do Bioma Amazônia no Maranhão

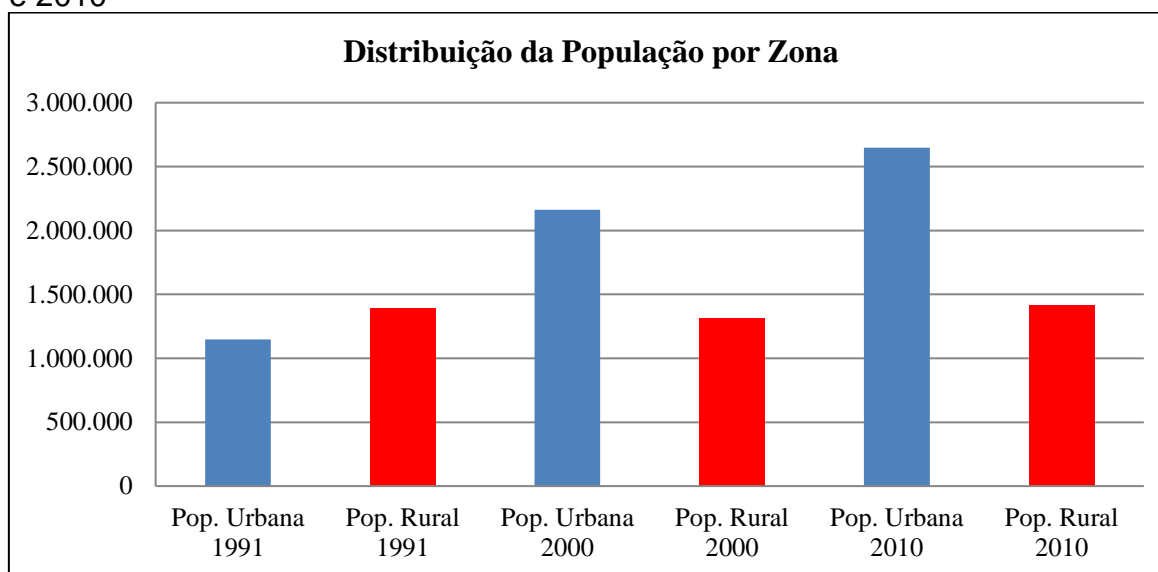


Fonte: IBGE (1991, 2000, 2010, 2017).

Considerando os dados supracitados, tem-se que houve um incremento de 62,50% ou 1.523.647 novos moradores em 19 anos (1991-2010). Do total de habitantes inseridos na área do Bioma Amazônia no Maranhão em 2010, e que representam 61,81% do total estadual, 65,13% residiam em cidades que têm portes diferentes, sendo que o município com maior percentual de cidadãos é São Luís (94,45%), enquanto Palmeirândia possui o menor percentual (18,43%).

A figura 04 demonstra a distribuição da população por zona urbana e rural dos municípios que compõem o Bioma citado, sendo que em 1991 o percentual para a zona urbana era de 45,2% e para rural 54,8%; quando se refere ao ano 2000 houve um aumento para a população urbana que passou para 62,2% enquanto a rural diminuiu para 37,8%, o que pode ser vinculado à criação de municípios em 1994 e cuja população residente em povoados foi recenseada como urbana. Em 2010 esse quadro mostrou incremento para a zona urbana porque seu percentual foi 65,13% e a rural equivalia a 34,86%. Tal comportamento demográfico pode estar associado à busca por postos de trabalho e de educação (níveis médio e superior) nos centros urbanos mais expressivos desse bioma.

Figura 4 - População Urbana e Rural no Bioma Amazônia no Maranhão, 1991, 2000 e 2010



Fonte: IBGE (1991, 2000, 2010)

3.3 Inventário de varredura e reconhecimento dos bens históricos e culturais do Bioma Amazônia no Maranhão

Um Inventário de varredura e reconhecimento dos bens históricos e culturais está inserido no âmbito das políticas públicas, que derivaram dos processos de ampliação e constituição de novos olhares sobre o patrimônio cultural no Brasil. Com a instrumentalização desses mecanismos de pesquisa tem-se a oportunidade de montar uma rede de informações sobre os espaços de construção das identidades culturais em determinados contextos sociais, sobretudo em relação às identidades, ao espaço, às práticas culturais e às vinculações com os aspectos históricos envolvidos.

No caso do Maranhão, a gestão do patrimônio histórico e cultural encontra-se concentrada no poder público, especialmente na Superintendência do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) e na Superintendência de Patrimônio Cultural do governo estadual, sendo que São Luís ainda conta com a Fundação Municipal do Patrimônio Histórico. Logo, a linha de atuação do poder público na gestão da cultura encontra-se em tempos de crise brasileira, basicamente focada na fiscalização dos centros históricos tombados sobre sua jurisdição, no restauro ou contenção de edificações que correm riscos de desabamentos, na manutenção das reuniões dos conselhos gestores dos bens imateriais, a exemplo do Tambor de Crioula e do Bumba Meu Boi ou na organização dos calendários festivos

já consagrados.

Some-se a isso, uma atuação fortemente concentrada na capital do estado, São Luís, ou em cidades com características coloniais a exemplo de Alcântara e Caxias. Em casos em que os poderes públicos municipais não possuem estrutura administrativa para lidar com seus bens históricos e culturais importantes suportes de histórias, memórias, identidades e territorialidades estão se perdendo, desaparecendo ou sendo abandonados.

No âmbito do patrimônio material acautelado, o IPHAN indicou para os municípios inseridos no Bioma Amazônia no Maranhão a existência de 3 ocorrências: São Luís, Rosário e Pindaré-Mirim.

No âmbito do Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos, o IPHAN indicou para os municípios que compõem o Bioma Amazônia no Maranhão a existência de 20 ocorrências: Açailândia, Alcântara, Alto Alegre do Maranhão, Anajatuba, Arari, Apicum-Açu, Bom Jesus das Selvas, Buriticupu, Igarapé do Meio, Imperatriz, Paço do Lumiar, Penalva, Rosário, Santa Inês, Santa Luzia São José de Ribamar, São Luís, São Pedro da Água Branca, Vila Nova dos Martírios, Vitória do Mearim.

No Maranhão, a distribuição espacial dos sítios arqueológicos é bastante irregular e reflete a ausência de conhecimento e pesquisas em muitas áreas estratégicas, o que por sua vez justifica cada vez mais a realização de inventários que agreguem o componente arqueológico. Oficialmente, esse estado possui 166 sítios arqueológicos cadastrados no IPHAN, sendo que para no Bioma Amazônia esse número corresponde a 74 sítios arqueológicos, conforme a listagem o quadro 02.

Quadro 2 - Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos para os municípios que formam o Bioma Amazônia no Maranhão

A00001	MA-SL-1: Cacaraia	Penalva	MA
MA00002	MA-SL-2: Igarapé do Baiano	Penalva	MA
MA00003	MA-SL-3: Fala Só	Penalva	MA
MA00004	MA-SL-6: Boa Viagem	São José de Ribamar	MA
MA00005	MA-SL-8: Iguaíba	Paço do Lumiar	MA
MA00006	MA-SL-9: Tendal	Paço do Lumiar	MA
MA00007	MA-SL-10: Marval	Paço do Lumiar	MA
MA00008	MA-SL-11: Pau Deitado	São José de Ribamar	MA

MA00013	Alcântara	Alcântara	MA
MA00019	MA-SL-5: Pindaí	São Luís	MA
MA00020	MA-SL-4: Maiobinha	São Luís	MA
MA00021	MA-SL-7: Jaguarema	São José de Ribamar	MA
MA00036	Terra do Sol (SUBESTAÇÃO IMPERATRIZ)	Imperatriz	MA
MA00037	Jambu - Torre 22	João Lisboa	MA
MA00062	São Pedro 11	São Pedro da Água Branca	MA
MA00063	São Pedro 12	São Pedro da Água Branca	MA
MA00064	São Pedro 13	São Pedro da Água Branca	MA
MA00065	São Pedro 14	São Pedro da Água Branca	MA
MA00066	São Pedro 10	São Pedro da Água Branca	MA
MA00067	Bom Jesus das Selvas 1	Bom Jesus das Selvas	MA
MA00068	Bom Jesus das Selvas 2	Bom Jesus das Selvas	MA
MA00069	Alto Alegre do Pindaré 4	Alto Alegre do Pindaré	MA
MA00070	Alto Alegre do Pindaré 5	Alto Alegre do Pindaré	MA
MA00071	Alto Alegre do Pindaré 1	Alto Alegre do Pindaré	MA
MA00072	Igarapé do meio 1	Igarapé do meio	MA
MA00073	Igarapé do meio 2	Igarapé do meio	MA
MA00074	Boca do Campo	Arari	MA
MA00075	São Pedro 14	São Pedro da Água Branca	MA
MA00087	Estreito dos Mosquitos	São Luís	MA
MA00088	Alto Alegre do Pindaré 2	Alto Alegre do Pindaré	MA
MA00089	Alto Alegre do Pindaré 3	Alto Alegre do Pindaré	MA
MA00090	Rocinha	Santa Inês	MA
MA00091	Pedrinhas	Anajatuba	MA
MA00092	São Pedro 9	São Pedro da Água Branca	MA

MA00093	São Pedro 1	São Pedro da Água Branca	MA
MA00094	São Pedro 5	São Pedro da Água Branca	MA
MA00095	São Pedro 6	São Pedro da Água Branca	MA
MA00096	São Pedro 8	São Pedro da Água Branca	MA
MA00100	Vila Nova 1	Vila Nova dos Martírios	MA
MA00101	Vila Nova 3	Vila Nova dos Martírios	MA
MA00102	Sambaqui da Panaquatira	São José de Ribamar	MA
MA00103	Arapapaí	São Luís	MA
MA00104	Pepital	Alcântara	MA
MA00105	Peru	Alcântara	MA
MA00106	Batatã	São Luís	MA
MA00107	Camboa dos Frades	São Luís	MA
MA00108	Sambaqui do Bacanga	São Luís	MA
MA00113	Sambaqui da Panaquatira	São José de Ribamar	MA
MA00115	Mãe Benta	Rosário	MA
MA00144	AÇAMI 01	Vitória do Mearim	MA
MA00149	AÇAMI 12	Buritcupu	MA
MA00150	AÇAMI 13	Buritcupu	MA
MA00152	AÇAMI 06	Santa Luzia	MA
MA00153	AÇAMI 07	Santa Luzia	MA
MA00154	AÇAMI 08	Santa Luzia	MA
MA00155	AÇAMI 09	Santa Luzia	MA
MA00156	AÇAMI 10	Santa Luzia	MA
MA00157	AÇAMI 11	Santa Luzia	MA
MA00159	Mercês	Paço do Lumiar	MA
MA00160	São Joaquim (Atualização CNSA MA00162)	São Luís	MA
MA00161	São Brás	São José de Ribamar	MA
MA00162	São Joaquim	São Luís	MA
MA00163	Itapera	São Luís	MA

MA00164	Da Mata	São José de Ribamar	MA
MA00165	Maracujá	São Luís	MA
MA00166	Mandioca	São Luís	MA
MA00167	S01 Mãe Benta	Rosário	MA
MA00168	S02 Mãe Benta	Rosário	MA
MA00169	S03 Mãe Benta	Rosário	MA
MA00171	CAMBOAS DA PANAQUATIRA	São José de Ribamar	MA
MA00172	JAMBU 2	João Lisboa	MA
MA00173	JAMBU 3	João Lisboa	MA
MA00179	AÇAMI 14	Açailândia	MA
MA00185	Sítio arqueológico Tracoá	São José de Ribamar	MA

Fonte: Adaptado do CNSA-IPHAN (2018)

Dentre esses sítios arqueológicos, dois são tombados, ou seja, apresentam um nível de proteção ainda maior se comparado apenas ao registro. Trata-se do Sítio do Físico e o Sambaqui do Pindaí. Em relação à distribuição espacial geral para o estado do Maranhão, os mapas 04 e 05 ilustram a existência de sítios arqueológicos.

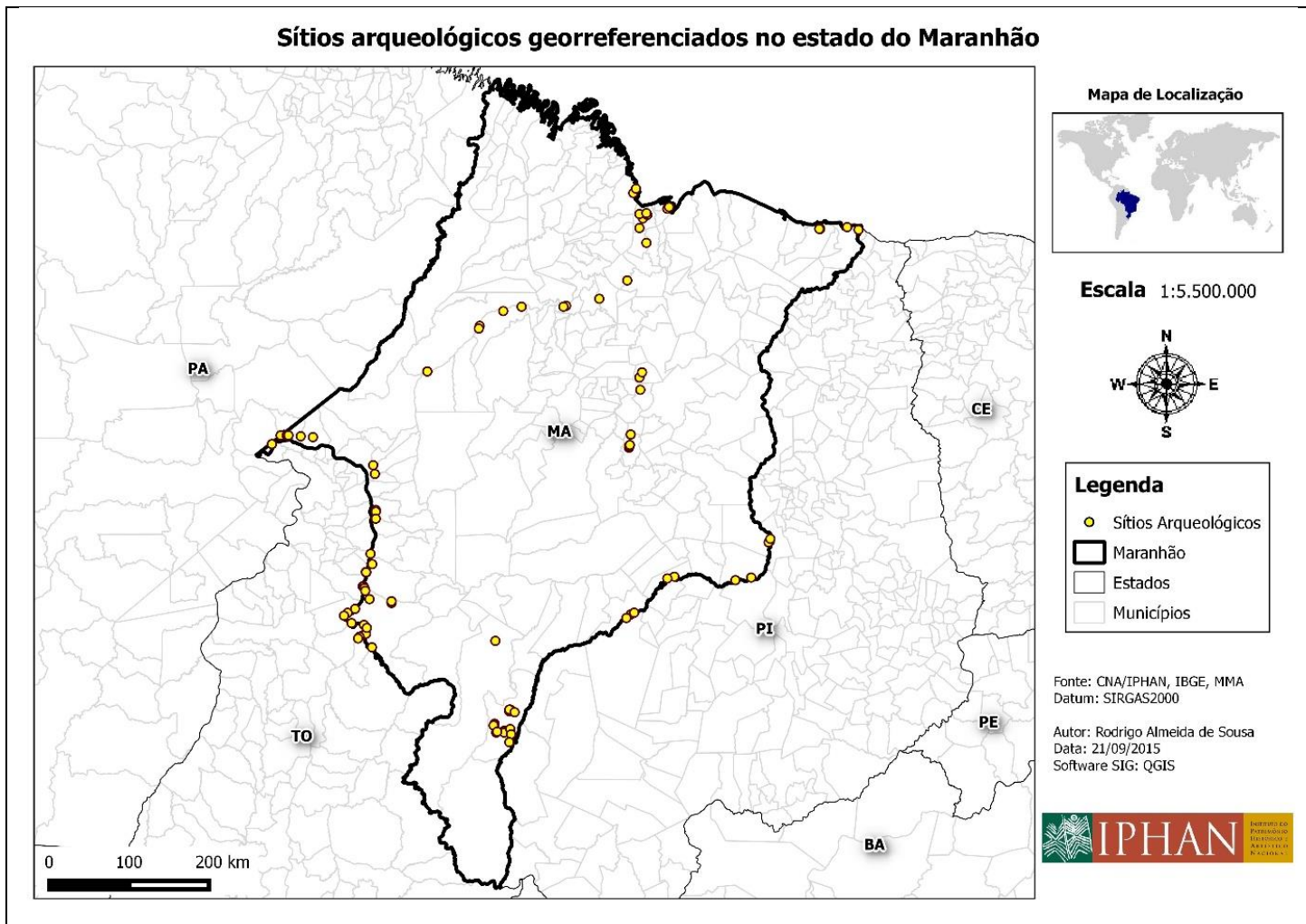
Conforme exposto, existe uma forte concentração de sítios arqueológicos no Bioma Amazônia no Maranhão, sobretudo, na região do Golfão Maranhense, nos vales do Mearim e Pindaré e na região tocantina, entre os municípios de Imperatriz e Cururupu. Contrastando com essa informação, é notada uma ausência hegemônica de sítios arqueológicos na maioria dos municípios, inclusive na área foco do ZEE.

Tal situação é problemática, visto que nos planejamentos regionais para criação de distritos industriais ou para implantação de empreendimentos que necessitem de licenciamento ambiental, o componente arqueológico é uma das principais variáveis que podem atrasar o cronograma de um empreendimento.

No âmbito do Banco de Dados de Bens Culturais Imateriais Registrados, o IPHAN não especificou os municípios onde ocorrem os seguintes bens: Tambor de Crioula, Bumba Meu Boi, Roda de Capoeira e Mestres de Capoeira.

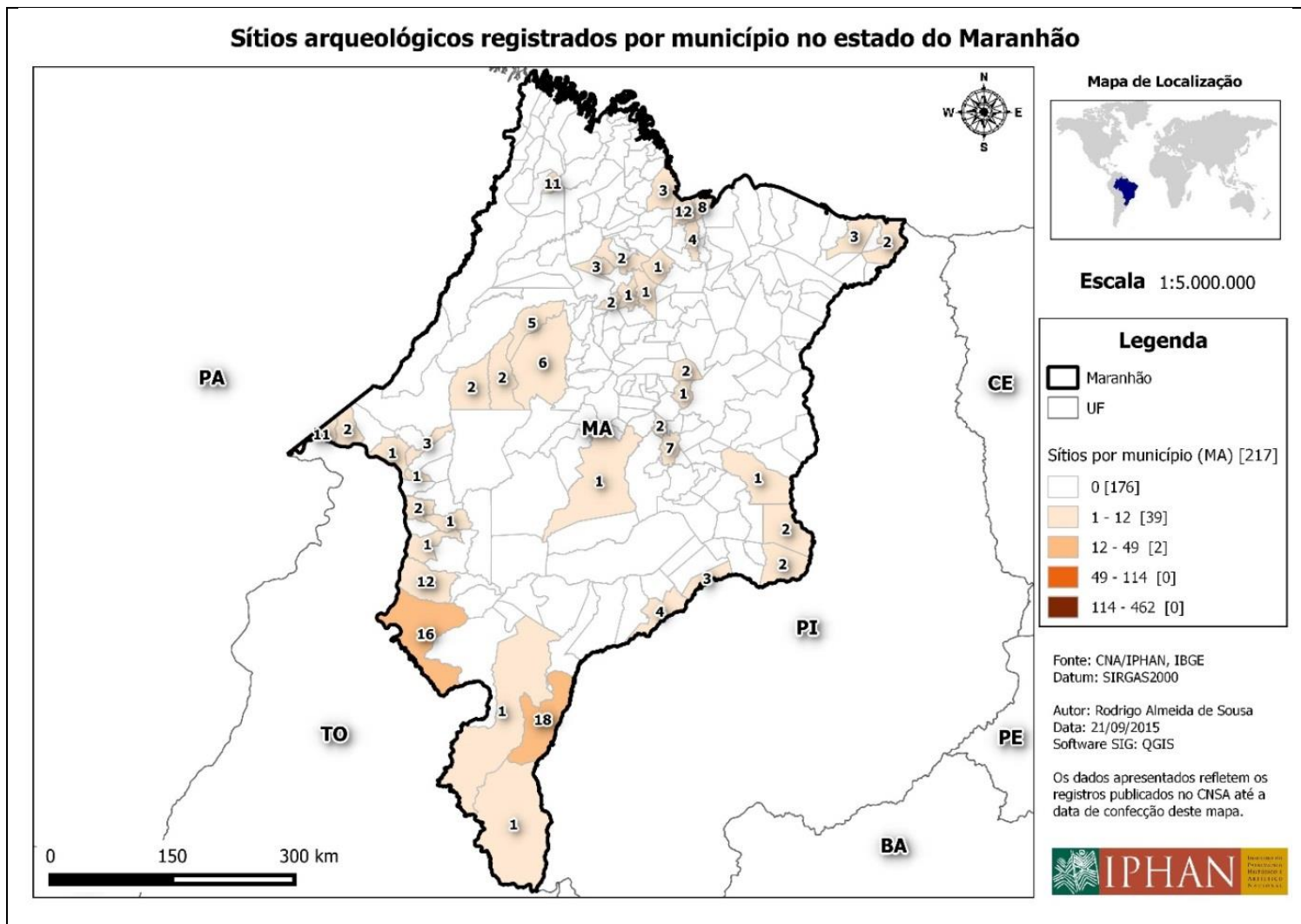
Em se tratando do Patrimônio Cultural Ferroviário não constam registros no banco de dados do IPHAN, para os municípios inseridos no mencionado Bioma, embora esse órgão tenha revitalizado a Estação Ferroviária de Rosário.

Mapa 4 - Distribuição dos municípios maranhenses com sítios arqueológicos



Fonte: IPHAN (2015)

Mapa 5 - Quantidade de sítios arqueológicos por município maranhense



Fonte: IPHAN (2015).

Na Lista dos Conjuntos Urbanos Tombados (Cidades Históricas), o IPHAN indicou para os municípios que compõem o referido bioma a existência de duas cidades tombadas nacionalmente, isto é, São Luís e Alcântara.

No âmbito da Lista de Embarcações Tombadas, o IPHAN não especificou os municípios em que ocorre esse bem no bioma em tela. Contudo, nos municípios litorâneos e ribeirinhos as embarcações ainda são meio de transporte bastante utilizado.

Em se tratando da Lista do Patrimônio Mundial Cultural no Brasil – UNESCO, o IPHAN indicou para os municípios que compõem o bioma Amazônia no Maranhão a existência de uma cidade reconhecida mundialmente, ou seja, São Luís, mais precisamente o Centro Histórico.

Quando se trata da Lista do Patrimônio Mundial Natural – UNESCO, não constam registros para os municípios que compõem o Bioma Amazônia no Maranhão.

Em termos da Lista Representativa do Patrimônio Cultural Imaterial da Humanidade no Brasil – UNESCO, o IPHAN não indicou os municípios em que ocorre a Roda de Capoeira no Maranhão.

Conforme exposto, nas esferas estadual e municipal, o esforço de pesquisa deverá ser redobrado, visto que podem existir outros bens históricos e culturais acautelados para os municípios que compõem o Bioma Amazônia no Maranhão, cujo acesso à informação é dificultada por falta de sistematização.

3.4 Análise preditiva de ocorrências de incêndios no Bioma Amazônia no Maranhão

Considerando que a área do Bioma Amazônia do Maranhão se localiza na faixa equatorial, que é caracterizada por altas temperaturas e elevados índices pluviométricos, os principais mecanismos que explicam o regime pluviométrico na mesma, resultam da combinação ou da atuação predominante da Zona de Convergência Intertropical, das brisas marítimas, onde as precipitações são predominantemente convectivas. Essas características ocasionam altas temperaturas associadas à intensa radiação solar incidente na região mesmo que, em grande parte, a energia seja convertida em calor latente de evaporação e outra parte levada para a atmosfera superior e liberada na forma de calor sensível (OLIVEIRA et al., 2012).

Assim, a predição de incêndios, estrutura-se a partir da avaliação da probabilidade de ocorrência de queimadas, que podem ser influenciadas pela

expectativa de ocorrência de duas situações: haver uma fonte de fogo e haver condições favoráveis para sua propagação. No entanto, observa-se que fatores como a temperatura e umidade relativa do ar, bem como a precipitação pluviométrica, são elementos que associados aumentam as possibilidades de ocorrer queimadas e incêndios incontroláveis e acidentais (OLIVEIRA et al., 2016).

Ao mesmo tempo, deve-se considerar que a ocorrência e propagação dos incêndios estão ligadas às características físicas e químicas do material combustível, o que necessariamente é influenciada pela estrutura topográfica e o tipo de uso e ocupação das terras existentes na região (SOUSA et al., 2012). Considera-se dessa forma, a ampliação da homogeneidade da paisagem com a introdução de plantações florestais uniformes e inflamáveis, êxodo rural e aumento das áreas degradadas e de pastagem, levaram a uma ampliação da susceptibilidade à ocorrência de incêndios (FERREIRA et al., 2015). Esse conjunto de informações é importante para a elaboração de programas de cenários que consideram a probabilidade de ocorrências de incêndios e queimadas descontroladas.

Desse modo, a utilização de técnicas de geração de cenários e de prevenção, bem como a realização de um planejamento estratégico de combate é alternativa viável para redução das ocorrências (FERRAZ e VETORAZZI, 2003). Sob essa perspectiva desenvolveram-se diferentes métodos e abordagens, a fim de se aliar formas e mecanismo de prevenção ao risco de ocorrência de incêndio, sendo que todos possuem suas particularidades e procedimentos próprios; porém, todos dependem das condições atmosféricas presentes e de dados referentes ao tipo e uso da terra. Entre esses métodos podemos citar estudos como Takagi e Sugeno (1985); Chuvieco et al., (2010); Sá et al., (2017).

Diante dessas observações Linn et al. (2012), afirmam que a modelagem e predição de incêndios se torna complexa porque o comportamento do fogo é determinado por um conjunto extremamente complexo de processos acoplados, que ocorrem ao longo de um vasto leque de escalas espaciais e temporais. Corroborando, Barlow et al. (2012), expõem que a previsão do risco a estes eventos se complexificam, por serem dependentes de interações entre fatores antrópicos e ambientais.

Dessa forma, elaborou-se o mapa preditivo de ocorrência de queimadas na área do Bioma Amazônia no Maranhão (Tabela 01). Nesse processo foram estabelecidos 5 níveis: Mínimo (áreas com reduzida probabilidade de ocorrências de

incêndios); Baixo (áreas de baixa incidência de focos de queimadas); Moderado (áreas de risco moderado a incêndios); Alto (áreas com significativa incidência de incêndios e com alta probabilidade de ocorrência de incêndios com a necessidade de alertas sazonais para os municípios); e Crítico (áreas com elevadas taxas de ocorrências de incêndios, caracterizados por extensas áreas queimadas e graves alterações ambientais e sociais, com a necessidade de alertas anuais preventivos) (Mapa 06).

Tabela 1 - Escala de predição de ocorrências de incêndios

Nível	Percentual de área (%)
Mínimo	34
Baixo	3,4
Moderado	27,1
Alto	28,2
Crítico	7,3

Fonte: Registro da pesquisa (2018)

Assim, observa-se que 34% da área do Bioma Amazônia no Maranhão, são caracterizadas por reduzida probabilidade de ocorrências de incêndios. Essa faixa está concentrada principalmente na região do Gurupi (Centro Novo do Maranhão, Bom Jardim, Junco do Maranhão, Maracaçumé e Centro do Guilherme) e na região dos Campos e Lagos. Essas localidades são caracterizadas principalmente por relevo plano, vegetação ombrófila densa, baixo grau de urbanização e conseqüentemente reduzida densidade demográfica.

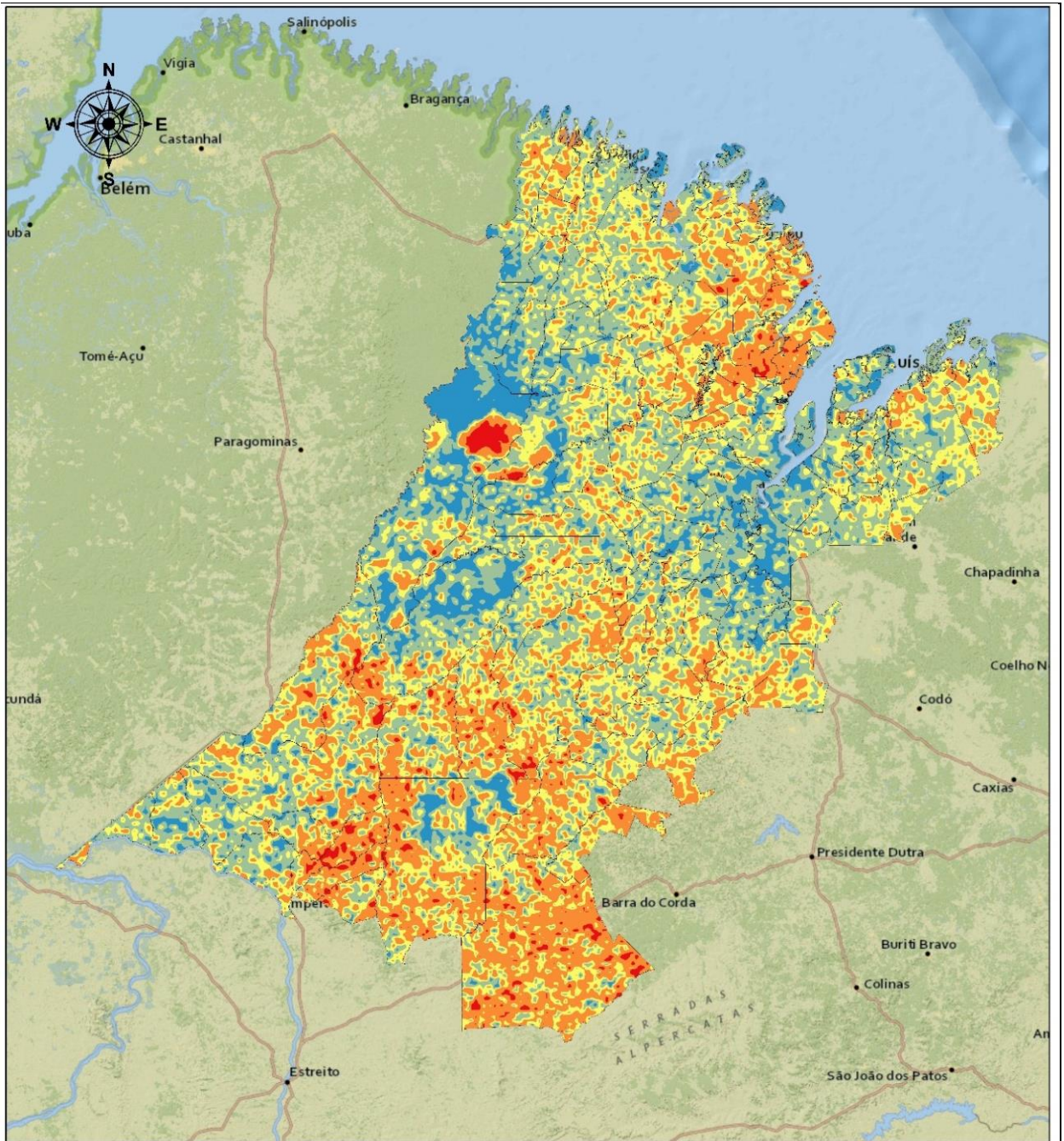
Nesse contexto identificou-se que 55,3% do bioma em análise se enquadram entre as faixas reconhecidas como Moderado e Alto probabilidade de ocorrerem incêndios. Esse resultado demonstra que a maior parcela do território amazônico do Maranhão apresenta elevado grau de incidência de incêndios, com a necessidade de alertas sazonais para os municípios. Essa dinâmica destaca-se na região das Reentrâncias (Bequimão, Mirinzal, Guimarães e Pinheiro), mesmo com relevo plano a suavemente ondulado contendo extensas áreas rebaixadas que são alagadas durante o período chuvoso; destaca-se, nesse contexto, a influência do crescimento de áreas destinadas à pastagem extensiva na última década.



Esse cenário corrobora com os resultados obtidos por Ribeiro et al., (2008), que desenvolveram estudo para o zoneamento de áreas de risco no Paraná,

constatando que áreas referentes à agricultura se enquadram como regiões de risco extremo, enquanto que remanescente de floresta nativa, são geralmente reconhecidas como risco moderado. Seguindo essa perspectiva, Armenteras-Pascual et al. (2011) em estudo desenvolvido na Colômbia, identificaram que a vegetação herbácea foi o tipo mais afetado pelo fogo, seguido por capoeiras, florestas e áreas agrícolas.

No mesmo patamar de risco destacam-se os municípios que compõem a Região Metropolitana do Sudoeste Maranhense (Lei Complementar Estadual nº 204/2017) e os circunvizinhos. Essa região se caracteriza pela urbanização, significativa área destinada a atividades ligadas ao agronegócio, bem como relevo formado por planalto ocidental formado por um conjunto de morfoesculturas, com altitudes máximas em torno de 350m e lineamento Nordeste-Sudoeste, em que predominam as serras do Gurupi, Tiracambu e Desordem (FEITOSA, 2006).

Mapa 6 - Predição de ocorrência de queimadas na área do bioma da Amazônia do Maranhão



MAPA DE LOCALIZAÇÃO	LEGENDA	ESCALA
	<p>— Divisas Municipais</p> <p>Predição de Ocorrências de Queimadas</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Mínimo ■ Baixo ■ Moderado ■ Alto ■ Crítico 	<p>0 15 30 60 90 120 KM</p> <p>Projeção Transversa de Mercator Datum SIRGAS 2000 - 23S Meridiano 45° GR</p> <p>GOVERNO DO MARANHÃO IMESC</p> 

Fonte: Registro da pesquisa (2018)

Sobre a dinâmica supracitada, Adámek et al. (2015) afirmam que em regiões onde o clima possui características mais úmidas, existem tendências a irregularidade do relevo favorecer a ocorrência de incêndios. Corrobora com esse entendimento Ganteaume e Jappiot (2013), demonstrando que existe uma maior probabilidade de ocorrência de grandes incêndios, em áreas com maiores variações topográficas. Isso ocorre porque em áreas com maiores declividades, existe a tendência de maior exposição ao sol, bem como ampliam-se as limitações de acesso para o combate, ampliando a propagação do fogo.

Por outro lado, nota-se que nas supracitadas regiões, as principais atividades econômicas são interligadas ao setor madeireiro e agropecuário, vinculando-se fortemente à ação antrópica direcionada ao avanço das explorações dos recursos naturais e das fronteiras agropecuárias, através do uso do fogo. Essas atividades alteram a dinâmica microclimática local, uma vez que se modifica a presença de umidade no solo e na vegetação, ampliando, por conseguinte, a quantidade de gases traços e aerossóis desprendidos no processo de queima de biomassa, demonstrado pela relação direta da FRP com o total de biomassa disponível na vegetação.

Destaca-se que aproximadamente 7% da área do Bioma Amazônia no Maranhão são reconhecidos como área caracterizada por elevadas taxas de ocorrências de incêndios, em que se identificam extensas áreas queimadas e graves alterações ambientais e sociais, com a necessidade de alertas anuais preventivos. Observa-se no cenário apresentado, o nível crítico de risco em regiões intra e circunvizinhas às terras indígenas Urubu Kabor, Awa e Guajajaras, situadas nos municípios de Centro Novo, Nova Olinda do Maranhão e Amarante. Ressalta-se que o grau de risco de incêndio identificado, é determinado não só pelo perigo que apresenta em um único dia, mas sim pelo acúmulo do efeito de dias desfavoráveis. Isto ocorre porque quanto mais dias críticos houver, mais seco se tornará o material florestal e mais favorável se tornarão as condições atmosféricas para o surgimento e propagação de ocorrências de queimadas descontroladas (SOUZA et al., 2012).

Por fim, conforme Oliveira et al. (2012) é importante ressaltar que as condições de risco de ocorrência de queimada e de incêndio, não estão relacionadas à obrigatoriedade do episódio, e sim com o cenário climático, que torna propícia a ocorrência. Dessa forma, a análise preditiva aplicada às condições de risco de incêndio, com base apenas em elementos meteorológicos, mostram tendências

substanciais para demonstrar padrões específicos para organização e otimização de ações preventivas, contudo não devem ser relacionadas com a obrigatoriedade de ocorrência do evento e sim apenas com a prospecção de um cenário climático propício para a ocorrência. Para ampliar as possibilidades deve ser considerado em conjunto de fatores como ignição, as características do material combustível (quantidade, características físicas e químicas, arranjos e umidade), topografia (elevação, exposição e inclinação) e o uso e ocupação da terra (PAZ et al, 2011).

3.5 Polos Turísticos no Bioma Amazônia no Maranhão

O Maranhão apresenta uma grande diversidade natural, cultural e ambiental, que são elementos essenciais para a potencialização do turismo no estado (BRASIL, 2018). No Bioma Amazônia do Maranhão, estão inseridos 7 dos 10 polos turísticos: Polo São Luís; Polo Munim; Polo Floresta dos Guarás; Polo Amazônia Maranhense; Polo Lagos e Campos Floridos; Polo Serras, Timbiras Guajajaras e Kanela; e o Polo Chapada das Mesas (Mapa 07).

O Bioma Amazônico apresenta inúmeras potencialidades ambientais e culturais, mas a ausência de Planos Municipais de Turismo e outros instrumentos de ordenamento territorial na maioria das 108 unidades subnacionais que o compõe, prejudicam esse potencial que fica a mercê do uso indisciplinado e sem controle. Some-se a isso que o Plano Estratégico de Turismo do governo do Maranhão tem concentrado ações em 3 polos, dos quais 2 (São Luís e Chapada das Mesas) fazem parte do citado bioma. Nesse sentido, a implantação do ZEE será uma importante ferramenta para o ordenamento territorial de diversas atividades econômicas, a exemplo do turismo.

3.6 Consórcios Intermunicipais que atuam no Bioma Amazônia no Maranhão

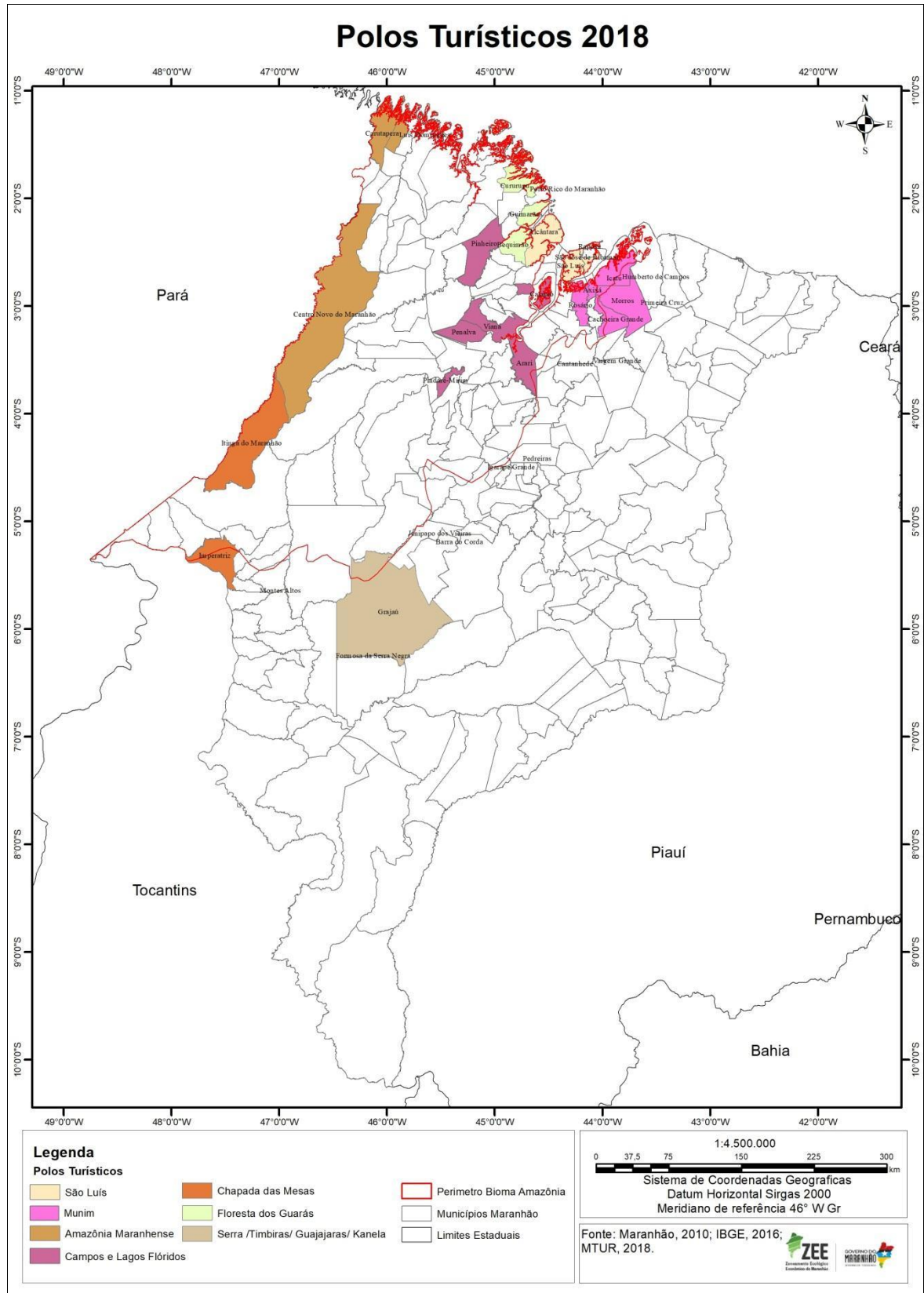
De acordo com o Decreto nº 6.017/2007, que regulamenta a Lei nº 11.107/2005, os consórcios públicos são entendidos como pessoa jurídica formada exclusivamente por entes da Federação para estabelecer relações de cooperação federativa, inclusive a realização de objetivos de interesse comum, podendo ser de natureza pública ou privada, sem fins lucrativos. A área de atuação corresponde a



territórios que podem ser constituídos por municípios, estados e/ ou união de município-Distrito Federal, Estado-Distrito Federal (BRASIL, 2007).

Os consórcios são arranjos institucionais que possuem a finalidade de conjuntamente buscar recursos, com objetivos e interesses comuns a partir do que cada unidade pode oferecer e/ou necessitar, permitindo a execução de atividades ou serviços públicos que envolvam todos os consorciados. Essa cooperação é um importante meio de fortalecimento das unidades federativas envolvidas, uma vez que permite a coerência no desenvolvimento territorial, melhoria na gestão pública e na solidariedade financeira, fortalecendo as estruturas locais e favorecendo a cooperação para aqueles com baixa capacidade técnica e financeira (CALDAS, 2007; LEAL, 2008).

Mapa 7 - Polos turísticos do Bioma Amazônia no Maranhão – 2018



Fonte: Ministério do Turismo (2018)

No estado do Maranhão a primeira experiência de consorciamento remonta a 1997, quando foi criado o Consórcio Intermunicipal de Produção e Abastecimento – CINPRA São Luís. Segundo Caldas (2007), esse consórcio foi um mecanismo institucional criado para solucionar o dilema do abastecimento, uma vez que os alimentos eram importados de outros estados para São Luís e municípios vizinhos; assim, a ideia partiria da produção local como forma de abastecimento dos municípios que compõem o consórcio, gerando trabalho e renda para a população e diminuindo custos na aquisição de alimentos e aumentando o mercado consumidor. Para Pires (2015) o CINPRA se destacou como uma experiência interessante que trouxe ganhos para os municípios, no que concerne às discussões sobre a importância da agricultura, mesmo que em períodos curtos e como marco para o processo de implantação de consórcios no estado do Maranhão.

Entre 2005 e 2017 foram criados os consórcios multifinalitários, que podem atuar em diversas áreas de gestão, caracterizados por um recorte regional baseado nas regiões de planejamento do estado do Maranhão. Iniciando, assim os programas de assistência técnica cooperada entre os consórcios para a elaboração de planos urbanos e ambientais, em 2015 foi criada a Federação Maranhense de Consórcios Intermunicipais - FEMACI (FEMACI, 2017).

A principal característica dos consórcios existentes no Maranhão é a ação conjunta de municípios, o que denota a classificação de consórcios intermunicipais. Esse tipo de consórcio é formado por organizações, através da autonomia dos municípios em busca de cooperação, que visa articular políticas públicas setoriais e territoriais, objetivando a implantação de políticas públicas em diversos setores como saúde, meio ambiente, saneamento e outros (CALDAS, 2007). Somam-se a isso, os consórcios interestaduais formados por dois ou mais estados com interesses comuns, como meio ambiente, economia, transporte e outros.

Na porção do Bioma Amazônia presente no Maranhão está concentrada grande parte dos consórcios do estado, com caráter multifinalitário em sua maioria. Dentre os consórcios interestaduais destaca-se o Consórcio Interestadual de Desenvolvimento Sustentável da Amazônia Legal, criado em 2017, que objetiva à adoção de estratégias e ações para o desenvolvimento sustentável dos estados integrantes da Amazônia Legal através de adoção de mecanismos de incentivo econômico e para conservação do ambiente (Mapa 8).

Mapa 8 - Consórcio Interestadual na Amazônia Legal



Fonte: Governo de Rondônia (2017)

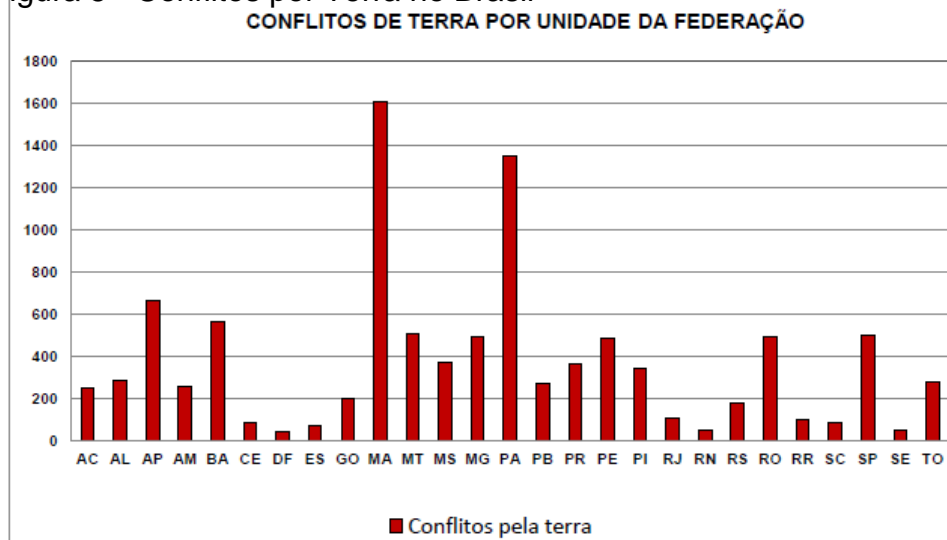
De acordo com o Protocolo de Intenções, as finalidades desse consórcio são: desenvolvimento econômico e social da Amazônia Legal; integração e fortalecimento regional e do seu papel político e econômico; compartilhamento de instrumentos e processos inovadores para a gestão pública e tecnológica dos estados membros; estímulo a políticas de produção rural; projetos de infraestrutura e logística; políticas de segurança; captação de investimentos para o desenvolvimento da Amazônia e conservação da biodiversidade; cooperação da gestão pública e parcerias público-privado; execução de obras e assessoria técnica e outras ações que visem ao desenvolvimento regional sustentável da Amazônia Legal (GOVERNO DE RONDÔNIA, Lei nº 678/2017).

No Bioma Amazônia no Maranhão estão presentes 8 consórcios intermunicipais, que abrangem 97 de seus 108 municípios (Mapa 09), o que representa 89,81% das unidades subnacionais e implica em forte poder político e necessidade de os mesmos serem considerados em termos de suas demandas específicas, sobretudo as que se coadunam à resolução de conflitos e melhoria de qualidade de vida da população.

3.7 Conflitos no Bioma Amazônia no Maranhão

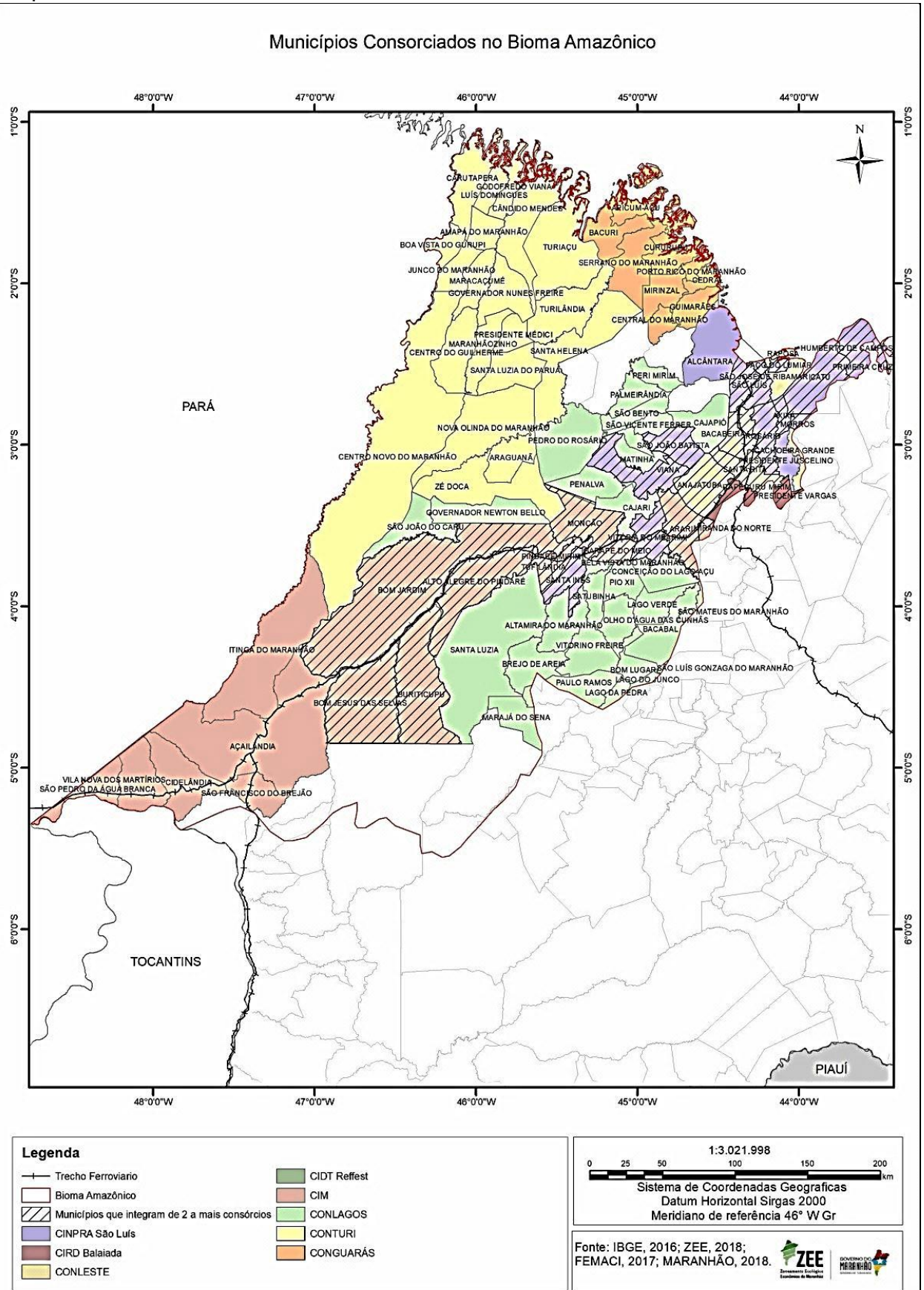
Os conflitos por terra abarcam relações de poder em diferentes territórios. De acordo com Sodré (2017) o Maranhão apresenta o maior número de conflitos por terra, em termos percentuais, pois os números correspondem a 16% dos conflitos registrados no país com uma média de 107 conflitos por ano nesse estado (Figura 5).

Figura 5 - Conflitos por Terra no Brasil



Fonte: Sodré (2017)

Mapa 9 - Consórcios inseridos no Bioma Amazônia no Maranhão



Fonte: Registro da pesquisa (2018)

A Comissão Pastoral da Terra – CPT, atualmente, é o órgão com o banco de dados mais completo sobre conflitos no campo brasileiro, cujas categorias são: conflitos por terras (conflitos possessórios, ocupações e acampamentos); conflitos trabalhistas (desrespeito à legislação trabalhista); trabalho escravo (ocorrências de situações de trabalho escravo); e Outros (conflitos em tempo de seca, conflitos por água e em áreas de garimpo).

De acordo com o mapa 10 existe uma concentração de conflitos na porção Norte do Bioma Amazônia no Maranhão e mais ao Sul na parte que inclui as grandes propriedades e projetos de expansão em desenvolvimento. Parte desses conflitos envolve quilombolas, indígenas e assentados, em sua maioria atingida por latifundiários, grileiros, madeireiros e outros (SODRÉ, 2017).

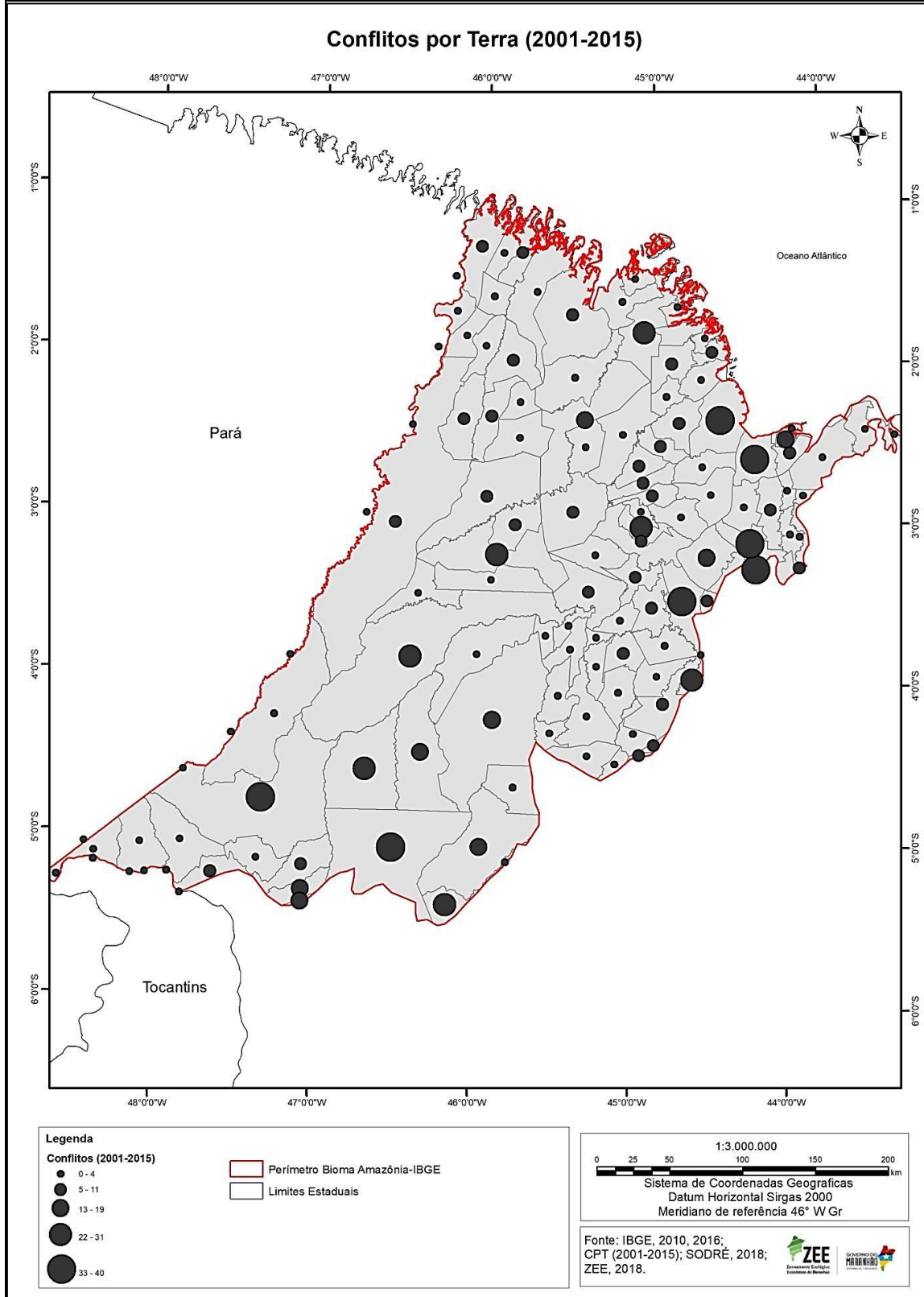
Convém ressaltar que em 2017 foram identificados pela CPT, 116 conflitos no Bioma Amazônia no Maranhão, com envolvimento de 14.538 famílias em uma área correspondente a 683.661 hectares (SODRÉ, 2017). Observam-se características específicas para essa conflitualidade, em que estão envolvidos quilombolas, assentados, grandes empresas, indígenas, latifundiários e o Centro de Lançamento de Alcântara.

Outros conflitos são identificados no interior do Bioma Amazônia no Maranhão, entre os quais:

- Alteração na paisagem causada pelo desmatamento, avanço da ocupação e introdução de outros usos;
- Baixa competitividade da pesca artesanal face à industrial devido à utilização de apetrechos e práticas arcaicas dos pescadores do Maranhão em comparação às embarcações advindas, principalmente, do Pará e Ceará, o que resulta na diminuição, qualidade e preço do pescado no mercado local com a consequente perda de impostos municipais e estaduais;
- Atividades turísticas e outros usos, em decorrência da sobreposição, o que pode influir nos modos de produção no bioma em tela, a exemplo da pesca e dos modos de vida, sobretudo por pouco incluir comunidades ribeirinhas, quilombolas, assentados e indígenas uma vez que o turismo tem como objeto de consumo o espaço e a utilização dos equipamentos disponíveis nas áreas de visitação, cuja maioria é precária;
- Saneamento básico deficiente, que compromete a biodiversidade do Bioma;

- Reduzidas ações visando redução/ extirpação dos aglomerados subnormais;

Mapa 10 - Conflitos por Terra no Bioma Amazônia no Maranhão, 2001-2015



Fonte: CPT (2001-2015); SODRÉ (2017)

- Pouca efetividade de planos de preservação/ recuperação de construções com valor histórico e cultural;
- Ampliação da ocupação desordenada na direção de áreas frágeis ambientalmente, a exemplo das APPs; .
- Base tecnológica do agronegócio e agricultura familiar divergem quanto à forma de uso da terra;
- Concentração de terras e renda;
- Uso e ocupação por empreendimentos que alteram o ciclo hidrológico e que podem alterar a quantidade e qualidade da água;
- Exploração madeireira em Terras Indígenas e em Unidades de Conservação, a exemplo da REBIO do Gurupi;
- Garimpos versus comunidades tradicionais (quilombolas e ribeirinhos).

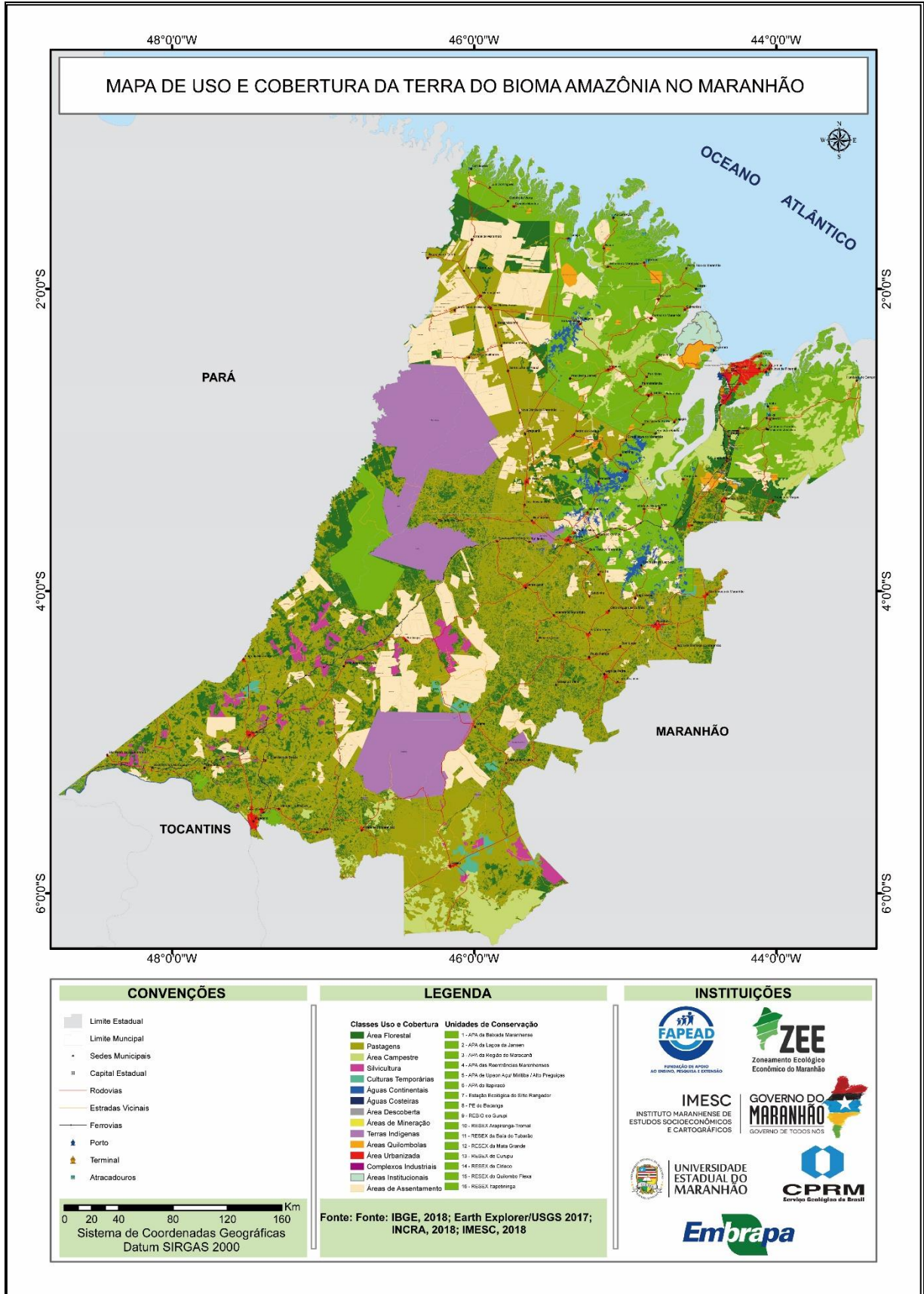
3.8 Classificação do Uso e Cobertura da Terra do Bioma Amazônia no Maranhão

A partir da inserção dos *shapes* levantados, ajustados e inseridos no mosaico de imagens de satélite, obtiveram-se 16 classes indicadas no Mapa de Uso e Cobertura da Terra do Bioma Amazônia no Maranhão, que abrange: 1) Águas Continentais; 2) Águas Costeiras; 3) Área Campestre; 4) Área de Assentamento; 5) Área Descoberta; 6) Área Florestal; 7) Área Urbanizada; 8) Área de Mineração; 9) Área Institucional; 10) Área Quilombola; 11) Complexos Industriais; 12) Culturas Temporárias; 13) Pastagens; 14) Silvicultura; 15) Terra Indígena; 16) Unidade de Conservação (Mapa 11).

Considerando a área total do Bioma Amazônia no Maranhão equivalente a 140.013,3121 km², tem-se que a classe com maior participação (Tabela 02) é das “pastagens” com 36,42% (Figura 06) enquanto a menor é a de “áreas de mineração” (0,01%), revelando de um lado o avanço da ocupação mediante a supressão da cobertura vegetal e de outro que, apesar do potencial, há pouca efetivação de áreas de extração (Figura 07); chama atenção o fato das “Culturas Temporárias” responderem por 0,42% enquanto a “Silvicultura” já alcançou os 1,37% (Figura 08).

Mesmo com expressivo número de projetos de “assentamento” (Figura 09), essa classe corresponde a 12,05% do total do Bioma em tela, assim como o crescente processo de urbanização materializado por duas regiões metropolitanas revela que as 108 cidades ocupam apenas 0,67% do citado total.

Mapa 11 - Classes de Uso e Cobertura da Terra do Bioma Amazônia no Maranhão



Fonte: Registro da pesquisa (2019)

Tabela 2 - Classes de uso e cobertura vegetal do Bioma Amazônia, em área (km²) e porcentagem

Classes de Uso	Área em Km ²	% no Bioma Amazônia
Águas Continentais	1.348,6955	0,96
Águas Costeiras	3,2527	0,00
Área Campestre	9.578,8982	6,84
Área Descoberta	118,5964	0,08
Área Florestal	16.665,9583	11,90
Área Urbanizada	940,1475	0,67
Áreas de Assentamento	16.873,4415	12,05
Áreas de Mineração	13,2991	0,01
Áreas Institucionais	614,0555	0,44
Áreas Quilombolas	846,015	0,60
Complexos Industriais	25,3083	0,02
Culturas Temporárias	587,705	0,42
Pastagens	50.986,3165	36,42
Silvicultura	1.912,0552	1,37
Terra Indígena	12.450,7917	8,89
Unidades de Conservação	27.048,7756	19,32
Total	140.013,3121	100

Fonte: Registro da pesquisa (2019)

Figura 6 - Área de Pastagem em Miranda do Norte-MA



Fonte: Registro da pesquisa (2019)

Figura 7 - Área de extração de seixo em Centro Novo-MA



Fonte: Registro da pesquisa (2019)

Quando se soma as classes Terra Indígena, Unidade de Conservação, Área Florestal e Áreas Quilombolas verifica-se que ocupam 40,71% do Bioma Amazônia no Maranhão, porém isso não significa ausência de conflitos uma vez que identificou-se avanço da ocupação na direção de campos (Figura 10) e introdução de novos usos que são exponencialmente indutores a exemplo de empreendimentos voltados para aquicultura (Figura 11) e a fabricação de papel e celulose (Figura 12).

Figura 8 - Área de silvicultura (eucalipto) em Buriticupu-MA



Fonte: Registro da pesquisa (2018)

Figura 9 - Projeto de Assentamento 3 de Maio, Zé Doca-MA



Fonte: Registro da pesquisa (2019)

Figura 10 - Avanço da ocupação nos campos de São Bento-MA



Fonte: Registro de pesquisa (2019)

Em se tratando da aquicultura, destaca-se a Fazenda Santa Maria (Figura 11), que possui 256 hectares dos quais 200 ha são de lâmina d'água, 50 tanques que possuem área média de 0,5ha e 16 açudes. A produção é de espécies como Piau, Curimatã, Tilapia, Pacu Manteiga e Panga, além da criação de alevinos para revenda, cuja produção anual foi estimada pelo proprietário (Marcílio Alencar) de aproximadamente 500 toneladas.

Figura 11 - Empreendimento de Aquicultura em Igarapé do Meio-MA



Fonte: Registro da pesquisa (2018)

Figura 12 - Empreendimento da Suzano Papel e Celulose, em Imperatriz-MA.



Fonte: Registro da pesquisa (2018)

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As classes de Uso e Cobertura do Bioma Amazônia no Maranhão estão encontrando a correspondência com a realidade empírica dos municípios percorridos em etapas de campo e conforme a revisão bibliográfica averiguada. Todavia, os dados revelam de um lado o avanço da ocupação na direção de ambientes e usos resguardados pela legislação vigente, a exemplo de Terras Indígenas, Unidades de

Conservação, Área Florestal, Comunidades Quilombolas e Campos evidenciando conflitos e sobreposições de uso. Por outro lado, a indução de usos econômicos tem revalorizado áreas selecionadas para tal, porém também revelam conflitos via supressão da vegetação e/ou apropriação de terras, o que pode ser agravado pela não observância às diretrizes contidas no MacroZEE/MA que foi realizado na escala de 1:1.000.000, bem como pela desatualização e ou inexistência de instrumentos de política territorial a exemplo de plano diretor, lei municipal de uso e ocupação do solo.

Nesse caso, o detalhamento pretendido pelo ZEE a partir do Bioma Amazônia no Maranhão será útil face à possibilidade de concorrer com outras políticas públicas no sentido de reverter as mazelas sociais e ambientais, assim como por intermédio da efetivação de instrumentos de ordenamento territorial.

REFERÊNCIAS

ADÁMEK, M. et al. **Forest fires within a temperate landscape: a decadal and millennial perspective from a sandstone region in Central Europe.** *Forest Ecology and Management* 2015. 2015. p. 81-90.

ARMENTERAS-PASCUAL, D. et al. **Characterising fire spatial pattern interactions with climate and vegetation in Colombia.** *Agricultural and Forest Meteorology*. 2011. 279-289.

BANDEIRA, Iris Celeste Nascimento. (Org.). **Geodiversidade do Estado do Maranhão.** Teresina: CPRM, 2013.

BARLOW J, et al. **The critical importance of considering fire in REDD+ programs.** *Biological Conservation* 2012. 2012. p.1-8.

BRASIL. Fundação Cultural Palmares. **Quadro Geral de Comunidades Remanescentes de Quilombos (CRQs), 2018.** Disponível: www.fundacaoculturalpalmares.gov.br. Acesso: 10 de abril de 2018.

BRASIL. Ministério do Turismo (Mtur). **Plano de Regionalização do Turismo.** Disponível em: http://www.turismo.gov.br/turismo/programas_acoes/regionalizacao_turismo/ Acesso em: 10 de julho de 2018.

BRASIL **Decreto nº 6.017, de 17 de janeiro de 2007.** Regulamenta a Lei no 11.107, de 6 de abril de 2005, que dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/CCivil_03/_Ato2007-2010/2007/Decreto/D6017.htm. Acesso em: 02 de agosto de 2018.

BURNETT, Frederico L.; LOPES, José A. V.; DIAS, Luiz J. B. (Orgs.). **Território, política e economia do Maranhão**: quatro séculos de ocupação territorial produtiva sob um novo e desafiador processo de desenvolvimento. São Luís: EDUEMA, 2017.

CALDAS, Eduardo de Lima. **Consórcio Intermunicipal de Produção e Abastecimento – CINPRA**. Disponível em: <http://polis.org.br/publicacoes/consorcio-intermunicipal-de-producao-e-abastecimento-cinpra/> Acesso em: 01 de agosto de 2018.

COCA, Estevan Leopoldo de Freitas. Territorialidades camponesas nos tipos de assentamentos rurais do Território Cantuquiriguaçu, Estado de Paraná, Brasil. **GeoGraphos**. [En línea]. Alicante: Grupo Interdisciplinario de Estudios Críticos y de América Latina (GIECRYAL) de La Universidad de Alicante, 16 de marzo de 2013, vol. 4, nº 48, p. 383-410. [ISSN: 2173-1276] [DL: A 371-2013] [DOI: 10.14198/GEOGRA2013.4.48].

CHUVIECO, E. A. et al. **Development of a framework for fire risk assessment using remote sensing and geographic information system Technologies**. *Ecological Modelling* 221. 2010. p.46-58.

FEITOSA, A. C. **Relevo do estado do maranhão: uma nova proposta de classificação topomorfológica**. VI Simpósio Nacional de Geomorfologia. Goiânia. 2006.

FERRAZ, S.; VETORAZZI, C. **Identificação de áreas para recomposição florestal com base em princípios de ecologia de paisagem**. *Revista Árvore*, 27, 4p. Viçosa. 2003.

FEMACI- Federação Maranhense dos Consórcios Intermunicipais. Apresentação **Sobre conselhos e consórcios na saúde**. I Seminário de Acolhimento dos Gestores Municipais de Saúde. 2017. Disponível em: <http://cosemsma.org.br/wp-content/uploads/2017/02/apresentacao-ACOLHIMENTO-COSEMS-MA-CONTROLE-SOCIAL-03-02-2017.pptx>. Acesso em: 30 de julho de 2018.

FERREIRA, Antonio J. de A. **Políticas territoriais e a reorganização do espaço maranhense**. São Paulo, 2008. Tese (Doutorado em Geografia Humana) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8136/tde-11082009-141934/>

FERREIRA, A. J. de A.; SANTOS, Luís C. A. **Formação socioambiental do estado do Maranhão**. In: Formação socioambiental da Amazônia. Belém: NAEA, 2015, v. 1, p. 249-317.

FERREIRA, Antonio J. de A. **A reestruturação urbana maranhense: dinâmica e perspectivas**. São Luís: Edufma, 2017.

FERREIRA, Maria da G. R. **A dinâmica de expansão da agricultura moderna e suas repercussões sobre a pequena produção agrícola**: as novas formas de organização do espaço na região de Balsas-MA. 2008. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2008.

FUNAI. Fundação Nacional do Índio. **Dados sobre terras indígenas**. Disponível em: <http://www.funai.gov.br/index.php/indios-no-brasil/terras-indigenas>. Acesso em: 01 de junho de 2018.

FUNAI. **Awá Guajá - informações**. Disponível em: <http://www.funai.gov.br/index.php/component/content/article?id=1453:awa-guaja-2>. Acesso em: 06 de junho de 2018.

FUNAI. **Terras Indígenas: O que é?**. Disponível em: <http://www.funai.gov.br/index.php/2014-02-07-13-24-32>. Acesso em: 10 de junho de 2018.

FUNDAÇÃO CULTURAL PALMARES. **Comunidades certificadas**. Disponível em: <http://www.palmares.gov.br/comunidades-remanescentes-de-quilombos-crqs>. Acesso em: 01 de junho de 2018.

GANTEAUME A.; JAPPIOT M. **What causes large fires in Southern France. *Forest Ecology and Management* 2013**. 2013. 76-85.

GOVERNO DE RONDÔNIA. **Autografo de Lei nº678/2017**. Ratifica o Protocolo de Intenções do Consórcio Interestadual de Desenvolvimento Sustentável da Amazônia Legal, firmado entre os Estados do Acre, Amapá, Amazonas, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins. Rondônia, 14 de junho de 2017. Disponível em: <http://www.rondonia.ro.gov.br>. Acesso em: 01 de agosto de 2018.

HOLANDA, F. de. **Dinâmica da economia maranhense nos últimos 25 anos**. São Luís: IMESC, 2008.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censos 1991, 2000 e 2010**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/saude/9662-censo-demografico-2010.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 01 de junho de 2018.

IBGE. **Cidades**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 25 de maio de 2018.

INCRA. Instituto de Colonização e Reforma Agrária. **Incra nos Estados - Informações gerais sobre os assentamentos da Reforma Agrária**. Disponível em: <http://painel.incra.gov.br/sistemas/index.php>. Acesso em: 08 de junho de 2018.

INCRA. **Criação e modalidades de assentamentos**. Disponível em: <http://www.incra.gov.br/assentamentosmodalidades>. Acesso em: 10 de junho de 2018.

INCRA. **Quilombolas**. Disponível em: <http://www.incra.gov.br/quilombola>. Acesso em: 21 de maio de 2018.

INCRA. **Assentamentos**. Disponível em: <http://www.incra.gov.br/reforma-agraria/rela-o-de-benefici-rios-rb-da-reforma-agr-ria>. Acesso em: 21 de maio de 2018.

INCRA. **Acervo Fundiário**. Disponível em: <http://acervofundiario.incra.gov.br/acervo/acv.php>. Acesso em: 02 de junho de 2018.

IBGE. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 3ª edição. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

IPHAN. Disponível em www.iphan.gov.br

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied Multivariate Statistical Analysis**. 5ª Ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2002.

LANDIM, P. M. B.; STURARO, J. R.; MONTEIRO, R. C. **Krigagem ordinária para situações com tendência regionalizada**. Rio Claro: DGA, IGCE, UNESP, 2002.

LEAL, Suely Maria Ribeiro. Territórios e escalas de cooperação e gestão consorciada: o caso francês e seus aportes à experiência brasileira. **Cadernos Metr pole**, n. 20, 2008.

LINN, R. R, et al. **Using periodic line fires to gain a new perspective on multi-dimensional aspects of forward fire spread**. *Agricultural and Forest Meteorology*. 157. p.60-76. 2012.

MARANHÃO. Secretaria de Estado de Planejamento e Orçamento. **Relatório do Diagnóstico do Macrozoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Maranhão**. São Luís: SEPLAN/ Campinas, SP: Embrapa, 2013.

MARANHÃO. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis–SEMA. **Plano de Manejo da APA de Upaon-Açu/ Miritiba/ Alto Preguiças**. São Luís: SEMA/TRAMITTY, 2014.

MARANHÃO. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis–SEMA. **Diagnóstico do Plano de Manejo da APA da Baixada Maranhense**. São Luís: SEMA/TRAMITTY, 2014a.

MARANHÃO. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis–SEMA. **Diagnóstico Plano de Manejo da APA das Reentrâncias Maranhenses**. São Luís: SEMA/TRAMITTY, 2014b.

MARANHÃO. Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos. **Situação ambiental da ilha do Maranhão**. São Luís: IMESC, 2011.

MEIRELES, Mário M. **História do Maranhão**. 3. ed. São Paulo: Siciliano, 2001.

OLIVEIRA, M. do C. F. de. Risco de ocorrência de queimada e de incêndio e as medidas de prevenções, em Belém – PA, ano de 2015. **Revista Brasileira de Geografia Física**, V. 09 N. 04. 2016. p.1030-1042.

PAZ S, et al. **Post-fire analysis of pre-fire mapping of fire-risk: a recent case study from Mt. Carmel (Israel)**. *Forest Ecology and Management* 2011. N° 262. 2011.

PIRES, Selma Sousa. O Consórcio Intermunicipal de Produção e Abastecimento–CINPRA. **Anais da VIII Jornada Internacional de Políticas Públicas - VIII JOINPP**. São Luís, 2017. Disponível em: <http://www.joinpp.ufma.br/jornadas/joinpp2015/pdfs/eixo8/o-consorcio-intermunicipal-de-producao-e-abastecimento-%E2%80%93-cinpra-genese-estrutura-e-dinamica.pdf>. Acesso em: 05 de agosto de 2018.

RIBEIRO JÚNIOR, José A. dos. **O planejamento burocrático-burguês em questão: análise das estratégias de desenvolvimento do Maranhão**. In: RODRIGUES, Sávio J.

D.; SANTOS, Luiz E. N. dos; COSTA, Carlos R. R. da. (Orgs.). **Temas de Geografia do Maranhão: territórios e desenvolvimento regional. Lugar, educação e cultura.** São Luís: Edufma, 2017, p. 17-40.

RODRIGUES, Sávio J. D.; SANTOS, Luiz E. N. dos; COSTA, Carlos R. R. da. (Orgs.). **Temas de Geografia do Maranhão: territórios e desenvolvimento regional. Lugar, educação e cultura.** São Luís: Edufma, 2017

SÁ, A; et al. Comparação e validação da modelagem espacial de riscos de incêndios considerando diferentes métodos de predição. **Bull. Geod. Sci**, Articles Section, Curitiba, v. 23, nº4. 2017.p.556 – 577.

SODRÉ. Ronaldo Barros. **O Maranhão Agrário: dinâmicas e conflitos territoriais.** Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geografia, Dinâmica e Natureza do Espaço-PPGEO/ UEMA, 2017.

SOUSA, Jaílson de M. **A cidade na região e a região na cidade: a dinâmica socioeconômica de Imperatriz e suas implicações na região Tocantina.** Imperatriz, MA: Ética, 2009.

SOUSA, Jhonatan de M. Alguns desafios ao planejamento e desenvolvimento do Maranhão, Brasil: contexto histórico, obstáculos e estratégias de superação. In: IPEA. **Planejamento e políticas públicas**, Brasília, DF: IPEA, 2011, p. 185-230.

SOUZA, A. P. et al. **Avaliação dos riscos de ocorrência de incêndios florestais nas regiões Norte e Noroeste da Amazônia Matogrossense.** Scientia Plena 8, 059904. 2012. p. 1 – 14.

TAKAGI, T.; SUGENO, M. **Fuzzy Identification of Systems and Its Applications to Modeling and Control.** *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, vol. 15, n. 1, 1985. p. 116-132.

ARRANJOS JURÍDICO-INSTITUCIONAIS PRESENTES NO BIOMA AMAZÔNICO NO ESTADO DO MARANHÃO

Equipe

Frederico Lago Burnett (Coordenador); Aldrey Malheiros; Carla Andrea de Melo Dias Almeida; Clara Raissa Pereira de Souza; Jacilmara Santos Melo; Juscinildo Góes Almeida; Leonardo Silva Sousa; Luciene Ramos Boeira Teixeira; Samara Gomes de Souza; Samara Silvestre; Maria Rodrigues Garcia (Colaboradora).

1 INTRODUÇÃO

Em conformidade com o Termo de Referência para Elaboração do Zoneamento Ecológico Econômico do Maranhão para o Bioma Amazônia – ZEE MA/BA (MARANHÃO, 2017) e com o Plano de Trabalho do Eixo Jurídico Institucional para elaboração do referido ZEE, este documento apresenta o **Sumário Executivo do Diagnóstico das Áreas Institucionais** constituídas nos limites da área em estudo (Figura 1, p.10), estando aqui incluídas:

Unidades de Conservação, em total de 16 (dezesesseis), sendo 2 (dois) parques estaduais, 1 (uma) reserva biológica, 6 (seis) áreas de proteção ambiental e 7 (sete) reservas extrativistas, incluídas as criadas pelo Ministério do Meio Ambiente no dia 5 de abril de 2018;

Terras Indígenas, em total de 15 (quinze) Terras Indígenas (TIs) inseridas, parcial ou totalmente, nos limites territoriais do Bioma Amazônico: Alto Turiaçu, Arariboia, Awa, Bacurizinho, Cana Brava, Caru, Governador, Geralda Toco Preto, Krikati, Lagoa Comprida, Morro Branco, Porquinhos e Porquinhos dos Canela-Apânjekra, Rio Pindaré e Urucu/Juruá;

Comunidades Quilombolas, somando 523 (quinhentos e vinte e três) comunidades certificadas pela Fundação Palmares e 48 (quarenta e oito) tituladas – 46 (quarenta e seis) pelo Instituto de Terras do Maranhão (ITERMA) e 2 (duas) pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). Das demais 475 (quatrocentas e setenta e cinco) comunidades, 328 (trezentos e vinte oito) foram identificados com processos abertos, dos quais somente 16 (dezesesseis) apresentam tramitação;

Assentamentos instituídos na área em estudo, englobam 93 (noventa e três) municípios do Bioma, totalizando 617 (seiscentos e dezessete) assentamentos, distribuídos nas modalidades: Projeto de Assentamento Federal - PA (434), Projeto

de Assentamento Extrativista - PAE (07), Projeto de Assentamento Municipal - PAM (01), Projeto de Assentamento Quilombola - PAQ (02), Projetos de Assentamento Estadual - PE (144), Projeto de Assentamento Casulo – PCA (20), Projeto de Desenvolvimento Sustentável – PDS (06) e Reservas Extrativistas – RESEX (03);

Distritos Industriais, em total de 109 (cento e nove) municípios inseridos no Bioma, 9 (nove) deles possuem Distritos Industriais;

Áreas Portuárias, incluídos os 17 (dezessete) municípios que contam com Portos, sendo 1 (um) classificado como organizado, 3 (três) de uso privado e 17 (dezessete) de uso público, totalizando 21 (vinte e um) portos no Bioma;

Área de Segurança Nacional, foi constatada, em toda a área do Bioma Amazônico no Maranhão, a existência de uma única Área de Segurança Nacional, no município de Alcântara.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Estruturado por capítulos em torno das citadas institucionalidades, o presente documento aborda cada uma delas a partir dos subgrupos do Eixo Jurídico-Institucional, a saber: a identificação e avaliação dos dados cartográficos oficiais; o estado das disposições jurídicas – regulamentadas ou não; a situação de planos, programas e projetos previstos, em implementação ou efetivados nos limites das áreas protegidas; concluindo com a identificação das organizações da sociedade civil e das instituições públicas com atuação nas referidas áreas.

Para a elaboração do documento, a metodologia adotada contemplou busca de fontes secundárias ou indiretas – documentos oficiais sobre as delimitações espaciais de cada uma das institucionalidades, disposições jurídicas vigentes, políticas públicas elaboradas, estruturas públicas e órgãos da sociedade civil, bem como estudos técnico e científicos sobre tais temas. Toda a documentação analisada e sistematizada, presente no corpo deste documento, forma as bases que determinaram os procedimentos para a pesquisa primária ou direta, efetivada através de trabalhos de campo, onde questões relacionadas com as áreas institucionais foram verificadas in loco.

Componente relevante para o processo de elaboração do Zoneamento Ecológico Econômico do Bioma Amazônico no Maranhão, o presente Diagnóstico do Eixo Jurídico Institucional contribui como subsídio para as etapas de Consultas e

Audiências Públicas, oferecendo aos participantes da sociedade civil e do poder público elementos indispensáveis para a definição de políticas capazes de contribuir no desenvolvimento inclusivo e sustentável do Maranhão.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Unidades de Conservação

No estado do Maranhão, de acordo com o Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2019a) existem quarenta e três Unidades de Conservação, apresentando distintas classificações. Destas, quinze estão inseridas no Bioma Amazônia (Figura 2, p. 11), sendo: seis classificadas como Áreas de Proteção Ambiental - APA (Baixada Maranhense, Reentrâncias Maranhenses, Região do Maracanã, Itapiraçó, Upaon Açu/Miritiba/Alto Preguiças e Lagoa da Jansen; duas como Parques Estaduais (Bacanga e Sítio do Rangedor; seis Reservas Extrativistas - RESEX (Cururupu, Quilombo do Frechal, Baía do Tubarão, Itapetininga, Ciriaco e Arapiranga – Tromai); e uma Reserva Biológica - REBIO (Gurupi).

Com relação à gestão das Unidades de Conservação inseridas no Bioma Amazônia menciona-se que sob jurisdição federal, especificamente do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), estão a REBIO do Gurupi (Proteção Integral) e as seis RESEX's. Os Parques Estaduais, juntamente com as APA's estão sob tutela estadual, mais precisamente da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais (SEMA).

A análise dos memoriais descritivos das unidades de conservação do Bioma Amazônia no estado do Maranhão demonstrou que existem fragilidades no que tange ao detalhamento cartográfico dos limites territoriais desta categoria de área institucional. Ainda, considerando a grande extensão da maioria das UCs, a ausência de detalhamento do memorial descritivo potencializa a ocorrência de erros cartográficos. Nos diplomas legais analisados, em sua redação, são descritos poucos vértices de controle geográfico.

Destaca-se que embora existam instrumentos legais de gestão das Unidades de Conservação no Maranhão e, conseqüentemente no Bioma Amazônia, observa-se que tais aportes jurídicos se apresentam insuficientes no que toca a efetividade de suas ações. Desse modo, observa-se que das Unidades de Conservação inseridas no Bioma Amazônia, a grande maioria não dispõe de Plano de

Manejo, documento que estabelece as normas, restrições para uso, ações a serem desenvolvidas e manejo dos recursos naturais da UC e seu entorno, buscando minimizar os impactos negativos, garantia da manutenção dos processos ecológicos e prevenção dos sistemas naturais.

Assim, a ausência de aparatos legais visando disciplinar os usos dos recursos naturais nas UC's e, quando da existência, a plena efetividade de suas ações, faz com que essas áreas sejam relegadas ao abandono em relação à fiscalização e aplicação de políticas públicas. Em função disso, as Unidades de Conservação no Maranhão, e em especial no Bioma Amazônia, tem experimentado diversas pressões, tanto no seu interior como entorno, a exemplo do crescimento urbano desordenado, desmatamento acelerado, implantação, sem o devido planejamento, de grandes projetos industriais e agropecuários.

Iniciando tal mapeamento pela análise das Unidades de Conservação, a partir de 1965 é instituído o Código Florestal Brasileiro (Lei nº 4771/65), cujo conteúdo preconizava a necessidade de instituição de áreas ambientais a serem protegidas. O referido Código determinava com isso a criação pelo Poder Público de Parques Nacionais, Estaduais e Municipais, Reservas Biológicas e Florestas Nacionais, Estaduais e Municipais, consoante disposições do artigo 5º, revogado posteriormente pela Lei 9.985/2000.

A partir Constituição Federal de 1988 se reforça a já instituída Política Nacional do Meio Ambiente¹ impondo ao Poder Público, conforme disposto no artigo 225, § 1º, inciso III, da Carta de 1988 a necessidade de instituição em “[...] todas as unidades da Federação, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos”. (BRASIL, 1988).

As Unidades de Conservação-UC, podem ser criadas pela União, Estados, Distrito Federal e Municípios, posto que a própria Constituição de 1988, em seu artigo 23, dispõe que a competência material é comum entre todos os entes. A Lei 9.985/2000 categoriza as unidades de conservação em dois grandes grupos, utilizando como critério a intensidade de proteção nesses espaços. Em vista disso, esses grupos são conhecidos como Unidades de Proteção Integral e Unidades de Uso Sustentável.

¹ Nos termos do artigo 9º da Lei de Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6.938/1981), é instrumento da Política do Meio Ambiente “[...] VI- a criação de espaços territoriais especialmente protegidos pelo Poder Público federal, estadual e municipal, tais como áreas de proteção ambiental, de relevante interesse ecológico e reservas extrativistas” (BRASIL, 1981).

Parcialmente regulamentadas pelo Decreto nº 4.340/2002, esses dois grupos- Unidades de Preservação Integral e Unidades de Uso Sustentável são divididas em doze categorias. Nas unidades de proteção integral pode-se encontrar as Estações Ecológicas-ESEC, as Reservas Biológicas-REBIO, os Parques Nacionais-PARNA, Monumento Natural-MONAT e os Refúgios de Vida Silvestre-RVS.

Atualmente, as Unidades de Conservação encontradas no Bioma Amazônico, no Estado do Maranhão, podem ser assim sintetizados:

Quadro 1 - Unidades de Conservação encontradas no Bioma Amazônico, no Estado do Maranhão

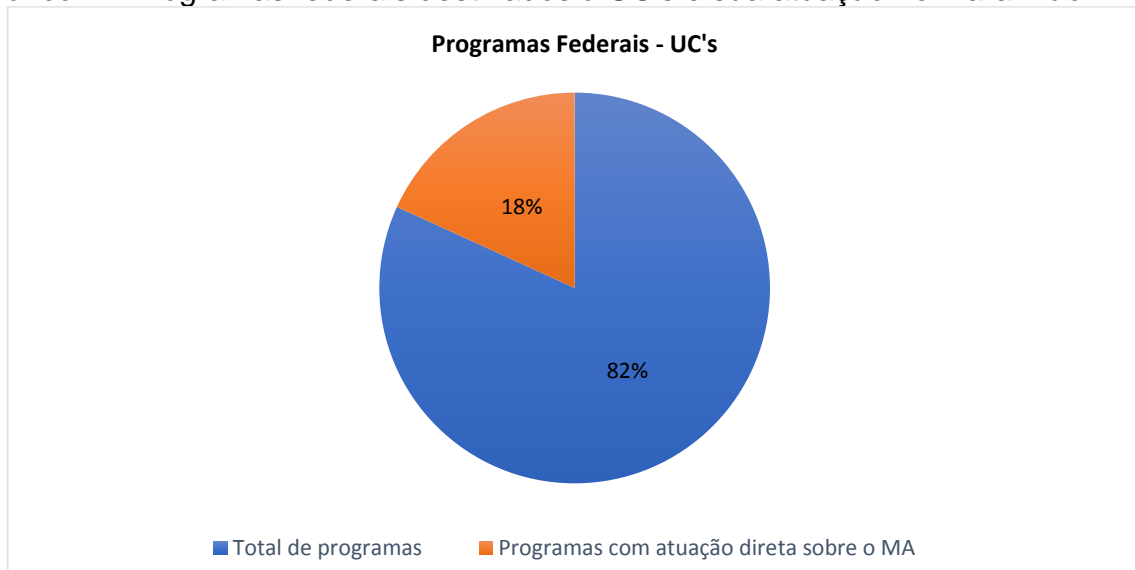
UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	INSTÂNCIA RESPONSÁVEL	DECRETO ESTADUAL E/OU PORTARIA	PROCESSO DE DESAPROPRIAÇÃO DE TERRAS?	ÓRGÃO GESTOR	CATEGORIA	PROCESSO DE CRIAÇÃO
Parque Estadual do Bacanga	Estadual	Decreto nº 7.545, de 07 de março de 1980	Sim	SEMA	PES	Governo
Reversa Biológica do Gurupi	Federal	Decreto nº 95.614, de 12 de janeiro de 1988	Sim	ICMBio	REBIO	Governo
Parque Estadual do Sítio Rangedor	Estadual	Decreto nº 21.797, de 15 de dezembro de 2005	Sim	SEMA	PES	Governo
Área de Proteção Ambiental da Baixada Maranhense	Estadual	Decreto nº 11.900, de 11 de junho de 1991	Não	SEMA	APA	Governo
Área de Proteção Ambiental da Região do Maracanã	Estadual	Decreto nº 12.103, de 01 de outubro de 1991	Não	SEMA	APA	Governo
Área de Proteção Ambiental das Reentrâncias Maranhenses	Estadual	Decreto nº 11.901, de 11 de junho de 1991	Não	SEMA	APA	Governo
Área de Proteção Ambiental do Itapiracó	Estadual	Decreto nº 15.618, de 23 de junho de 1997	Não	SEMA	APA	Governo
Área de Proteção Ambiental da	Estadual	Decreto nº 4.878, de 23	Não	SEMA	APA	Governo

Lagoa da Jansen		de junho de 1988				
Área de Proteção De Upaon-Açu-Miritiba - Alto Preguiças	Estadual	Decreto nº 12.428, de 05 de junho de 1992	Não	SEMA	APA	Governo
Reserva Extrativista de Cururupu	Federal	Decreto s/nº de 02 de junho de 2004	Sim	ICMBio	RESEX	Comunidade
Reserva Extrativista Mata Grande	Federal	Decreto nº 532, de 20 de maio de 1992	Sim	ICMBio	RESEX	Comunidade
Reserva Extrativista Quilombo Frechal	Federal	Decreto nº 134, de 20 de maio de 2005	Sim	ICMBio	RESEX	Comunidade
Reserva Extrativista Ciriáco	Federal	Decreto nº 543, de 20 de maio de 1992, revogado pelo Decreto s/n de 17 de junho de 2010	Sim	ICMBio	RESEX	Comunidade
Reserva Extrativista Baía do Tubarão	Federal	Decreto nº 9.34, de 5 de abril de 2018	Sim	ICMBio	RESEX	Comunidade
Reserva Extrativista Arapiranga Tromaí	Federal	Decreto nº 9.39, de 5 de abril de 2019	Sim	ICMBio	RESEX	Comunidade
Reserva Extrativista Itapetininga	Federal	Decreto nº 9.33, de 5 de abril de 2020	Sim	ICMBio	RESEX	Comunidade

Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

A consulta ao Plano Plurianual (2016-2019) e aos portais da transparência permitiu identificar os programas federais e suas respectivas ações com atuação direta ou transversal sobre as UC's. Ao todo, são 9 programas, com 49 ações, voltadas para o fortalecimento do Sistema Nacional de Unidades de Conservação, ampliação de UC's, melhoria da qualidade ambiental, gestão de recursos hídricos, manutenção de riscos e desastres naturais, dentro outros.

Gráfico 1 - Programas federais destinados à UC's e sua atuação no Maranhão



Fonte: Elaborado pelos autores (base: Portal da Transparência, 2019)

Através da análise da sua atuação sobre o Maranhão, é possível perceber que foram priorizadas as aplicações de recursos em ações de desenvolvimento regional e territorial, bem como de recursos hídricos. Na esfera estadual, existe apenas um programa destinado à gestão do meio ambiente e a unidades de conservação, com 13 ações específicas. A maior parte dos recursos estaduais é designada ao Fundo Estadual de Unidades de Conservação, à Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais, e ao Fundo Especial do Meio Ambiente.

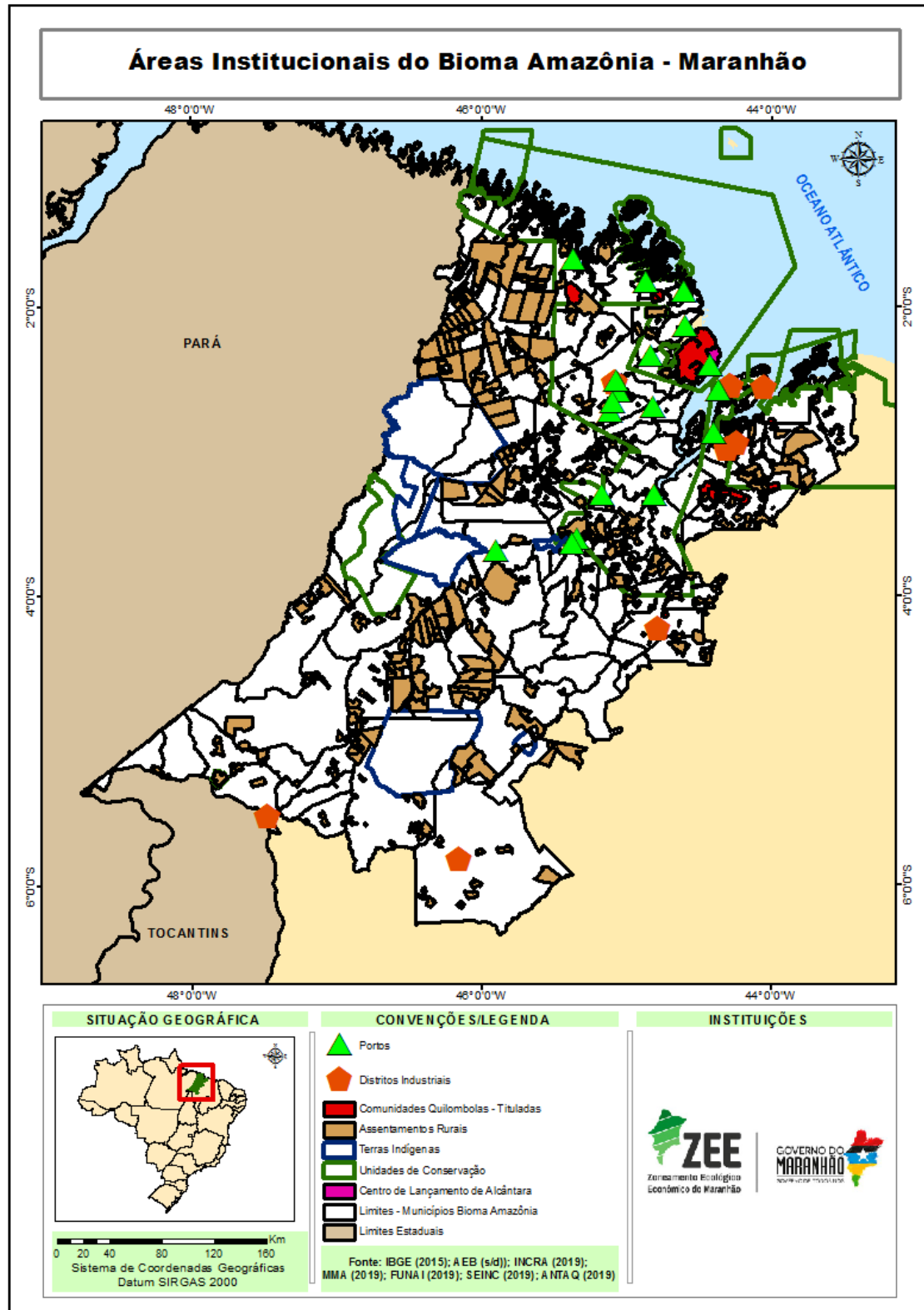
No reconhecimento das instituições públicas e organizações da sociedade civil que tem atuação direta ou indireta, verificou-se a existência de mais de 150 entidades. Na esfera de ação do governo federal foram identificados 6 Ministérios, dos quais cita-se o Ministério do Meio Ambiente, que é o responsável pela gestão da política ambiental, que atua em conjunto com duas instituições complementares o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). Além desse órgão de atuação específica, existem outros que agem de modo transversal atendendo também a outras áreas institucionais, a citar o Ministério do Desenvolvimento Agrário – atualmente identificado como Ministério da Agricultura, Abastecimento e Pesca (MAPA). Na esfera estadual foram mapeados 6 órgãos, dos quais destaca-se a Secretaria Estadual de Meio Ambiente, órgão responsável pela gestão da política ambiental, bem como a criação e regulamentação de Unidades de Conservação Estaduais. Na gestão local, tem-se as Secretarias Municipais de Meio

Ambiente (SEMA/MA), presentes em 91% dos municípios (do total de 61), no entanto, ainda que exista tal órgão, a gestão das UC's federais e estaduais não são uma de suas atribuições, cuja atuação se restringe às áreas locais.

As parcerias entre diferentes instituições foram identificadas, a nível local e estadual, através da realização do licenciamento ambiental, bem como no desenvolvimento de programas e projetos, o qual habilita 32 municípios do Bioma Amazônia Maranhense no acompanhamento de atividades privadas sobre o meio ambiente. A articulação das instituições públicas com a sociedade civil ocorre através dos conselhos de composição paritária, com membros do poder público e da sociedade civil, com representantes dos segmentos de defesa ambiental, da população local, de instituições de ensino e do segmento empresarial. Dentre os Conselhos identificados tem-se os 6 Conselhos Gestores das UC's e 6 Estaduais que tratam do tema ambiental, possuindo 33 instituições públicas, dentre as mais recorrentes nos conselhos a SEMA/MA, UEMA, UFMA, ICMBio e ITERMA; no segmento empresarial são 19 entidades; e das OSCs e ONGs, estão 83, que atuam em mais de um conselho organizações como Movimento Interestadual de Mulheres Quebradeiras de Coco Babaçu (MIQCB), Associação Agroecológica Tijupá e Grupo de Trabalho Novas Fronteiras para Cooperação no Estado do Maranhão.

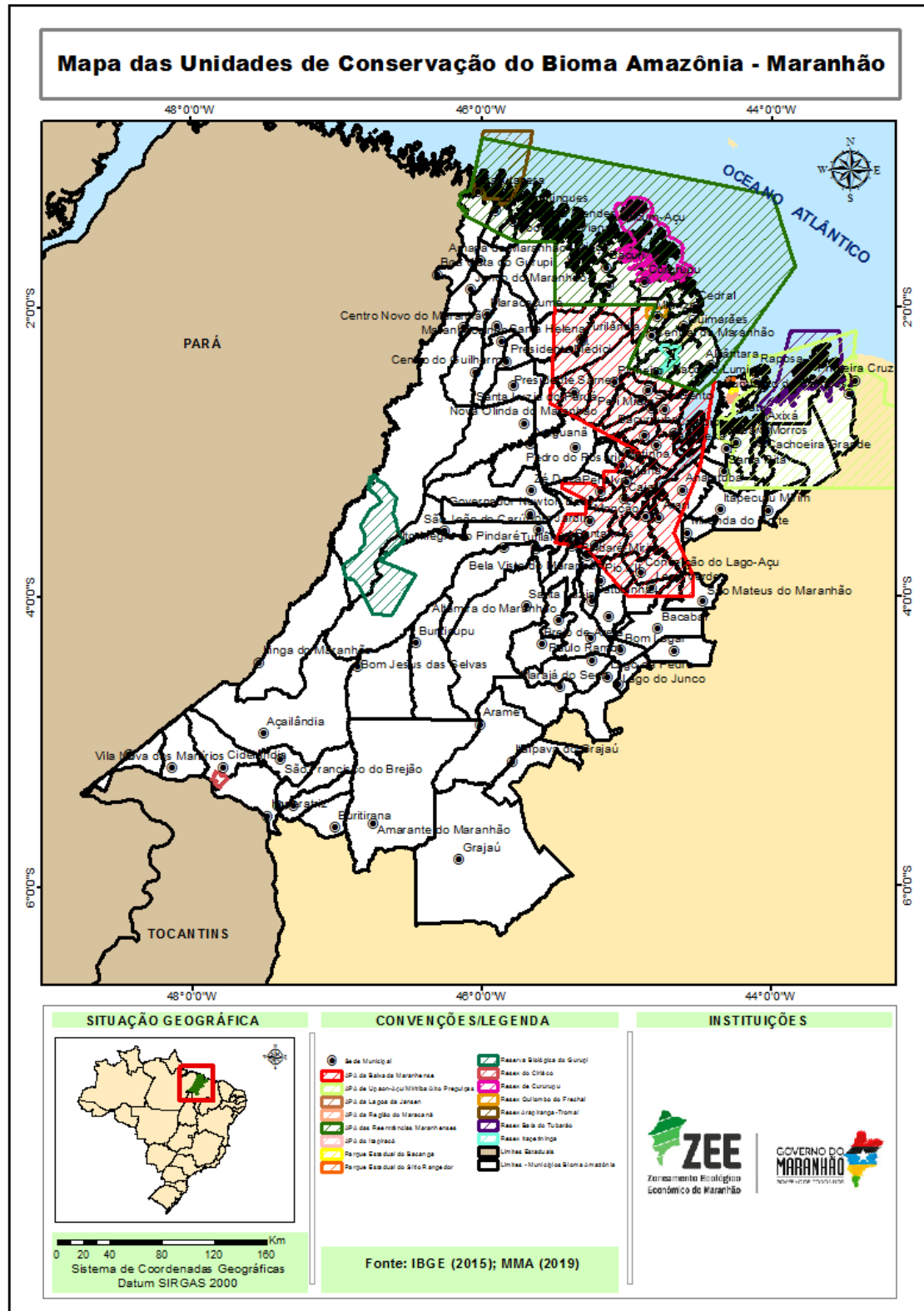
Como potencialidades na gestão das UC's Federais e Estaduais se aponta a constituição de conselhos estaduais, que envolve a participação social através de organizações sociais locais e não-governamentais junto a representantes de instituições públicas. Tal configuração indica um centro de discussão que atenta para diferentes perspectivas e níveis de atuação, cujos interesses devam convergir para um desenvolvimento sustentável, ampliando a aderência de diferentes atores na resolução de impasses comuns e específicos a serem tratados. Dentre as fragilidades da configuração da gestão ambiental deve discutir está a necessidade de consolidar a participação de atores locais para além das unidades de conservação, seja entre conselhos e conferências para divulgação dos avanços e lacunas, seja nos espaços de atuação municipal onde a integração da comunidade comprova a importância da implementação de políticas públicas socioambientais de preservação e valorização do ambiente natural, e ainda na elaboração de planos de manejo de unidades de conservação.

Figura 1 - Mapa das Áreas Institucionais do Bioma Amazônia, na escala de 1:250.000



Fonte: Registros da Pesquisa (2019)

Figura 2 - Mapa das Unidades de Conservação do Bioma Amazônia – Maranhão



Fonte: Adaptado do MMA (2019)

3.2 Terras Indígenas

No estado do Maranhão, de acordo com a Fundação Nacional do Índio (FUNAI, 2019), existe atualmente 23 Terras Indígenas (TI). No Bioma Amazônia existe 7 Terras Indígenas (Figura 3, p. 13) com seus limites territoriais inseridos, parcial ou totalmente, a saber: Alto Turiaçu, Awá, Araribóia, Caru, Geralda Toco Preto, Rio Pindaré e Taquaritiua (Gamela). A exceção da TI Taquaritiua, que se encontra em fase de estudo, as demais estão categorizadas enquanto *Regularizadas*. Além disso, todas as TI's inseridas no Bioma Amazônia enquadram-se no grupo das *Tradicionalmente Ocupadas*.

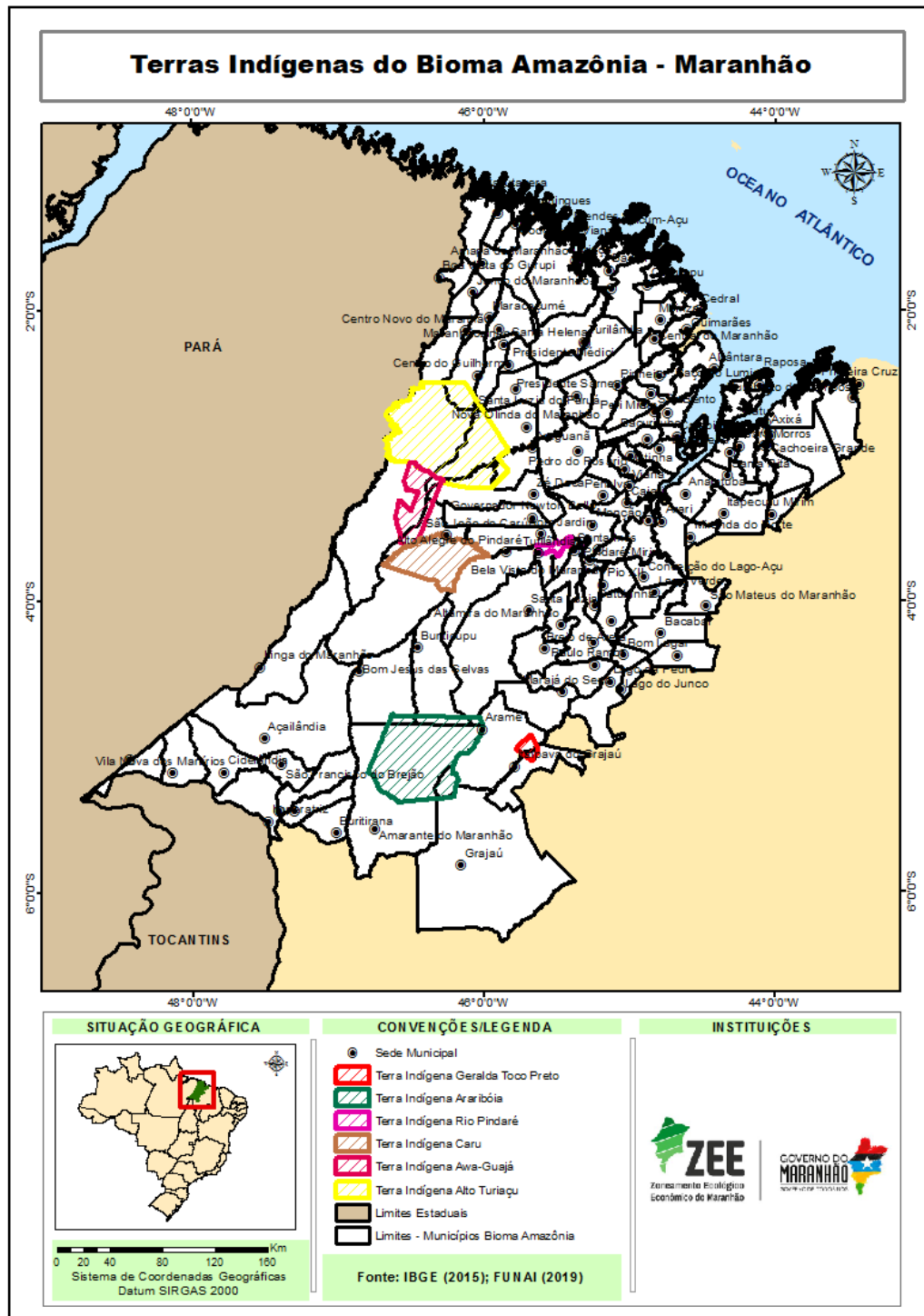
Todavia, mesmo tendo o direito sobre as terras que tradicionalmente ocupam garantidos constitucionalmente (BRASIL, 1988), observa-se que as populações indígenas no Maranhão, e, por conseguinte do Bioma Amazônia, tem enfrentado diversas pressões induzidas por forças externas, sobretudo através da expansão de atividades econômicas capitalistas sobre seus territórios. Nesse contexto, atividades como extração madeireira ilegal, pecuária, exploração mineral, atividades agrícolas e incêndios florestais criminosos, têm impactado negativamente no modo de vida de vários grupos indígenas na totalidade das Terras Indígenas no Bioma Amazônia. Além dessas questões, destacam-se os impactos socioambientais de grandes projetos de desenvolvimento sobre as TI's, como o Projeto Grande Carajás (PGC) e a rodovia federal BR-135.

Em relação à questão indígena no Brasil, tem-se a Lei 5.371/ 1967 que cria a FUNAI, por sua vez tendo por diretriz o estabelecimento da política indigenista, afirmando sutilmente o objetivo de “civilização” desses povos, definindo-o como processo de “aculturação” ou mesmo “evolução socioeconômica” (BRASIL, 1967b). Em todo caso, a dogmática jurídica brasileira confere ao indígena estatuto jurídico diferenciado, conforme disposição do artigo 3º, I, da Lei 6.001/1973 (Estatuto do Índio), determinando como índio ou silvícola “[...] todo indivíduo de origem e ascendência pré-colombiana que se identifica como pertencente a um grupo étnico cujas características culturais o distinguem da sociedade nacional” (BRASIL, 1973).

Consoante o referido Estatuto do Índio, lhes seria garantido o direito de posse permanente das terras que habitam, independente de demarcação, sendo assegurado-lhes assistência, por conta do contexto histórico sobre a antiguidade de sua ocupação.

Anos mais tarde, com o advento da Constituição Federal de 1988 e o Decreto 5051/04, que ratifica a Convenção 169 da Organização Internacional do Trabalho no Brasil, que os povos indígenas terão garantida a posse exclusiva de seus territórios e o respeito às suas organizações sociais, costumes, línguas, crenças e tradições, consolidando o Estado Democrático e Pluriétnico de Direito.

Figura 3 - Mapa das Terras Indígenas do Bioma Amazônia – Maranhão



Fonte: Adaptado da FUNAI (2019)

A competência para demarcar as terras indígenas, protegê-las e fazer respeitar todos os seus bens pertence à União, conforme determinação constitucional. Cabe à Funai, garantir aos povos indígenas a posse plena e a gestão de suas terras, por meio de ações de regularização, monitoramento e fiscalização das terras indígenas, bem como proteger os povos indígenas isolados e de recente contato. Para tanto, a instituição conduz os estudos necessários à identificação e delimitação de terras indígenas, com base no artigo 231 da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, Lei 6.001/73, Decreto 1.775/96, Portaria MJ 14/96 e Portaria MJ 2498/2011, além de articular junto aos órgãos ambientais e de segurança pública a proteção das terras indígenas.

No Estado do Maranhão existem atualmente sete etnias indígenas espalhadas por 31 dos municípios maranhenses representando quase 15% do total de cidades do Estado. Dentro do Bioma Amazônia são encontradas as áreas indígenas a seguir:

Quadro 2 - Terras Indígenas no Bioma Amazônia

TERRA INDÍGENA / ETNIA	MUNICÍPIOS	ÁREA (Hectares)	FASE DO PROCEDIMENTO	MODALIDADE
Alto Turiçu/ Ka'apor	Centro Novo do Maranhão, Maranhãozinho, Centro do Guilherme, Zé Doca, Santa Luzia do Paruá, Araganã	530.524,7417	Regularizada	Tradicionalmente ocupada
Arariboia/ Guajá	Arame, Buriticupu, Amarante do Maranhão, Bom Jesus das Selvas, Santa Luzia, Grajaú	413.288,0472	Regularizada	Tradicionalmente ocupada
Awa/ Guajá	Governador Newton Bello, Centro Novo do Maranhão, Zé Doca, São João do Carú	116.582,9182	Regularizada	Tradicionalmente ocupada
Caru/ Tenetehara	Bom Jardim	172.667,3777	Regularizada	Tradicionalmente ocupada
Geralda - Toco Preto/	Arame, Itaipava do Grajaú	18.506,2081	Regularizada	Tradicionalmente ocupada

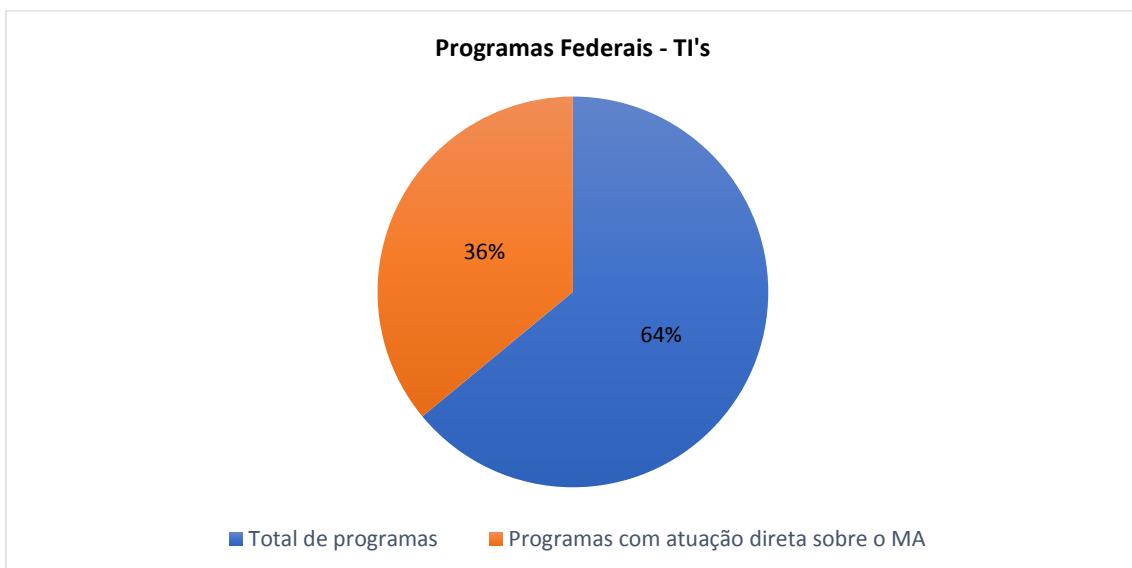
Timbira				
Morro Branco/ Tenetehara	Grajaú	48,9804	Regularizada	Tradicionalmente ocupada
Rio Pindaré/ Tenetehara	Bom Jardim, Monção	15.002,9142	Regularizada	Tradicionalmente ocupada

Fonte: Fundação Nacional do Índio (FUNAI, 2018)

O que merece destaque em questão de garantias de direitos no Maranhão são os planos voltados para a educação, a saber, a formação continuada para os professores índios e a criação do Curso de Licenciatura do Magistério Indígena na Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), que funciona sob a coordenação da professora Marivânia Leonor Souza Furtado, do Departamento de Ciências Sociais da UEMA, objetivando formar e habilitar professores indígenas em Licenciatura Intercultural, para atender às comunidades nas escolas de Ensino Fundamental e Médio.

Na esfera federal, a pesquisa identificou a existência de 16 programas com atuação direta ou transversal sobre terras indígenas, com 24 ações específicas, voltadas para a educação básica de indígenas, a extensão do atendimento do SUS a terras indígenas, a gestão ambiental e territorial de terras indígenas.

Gráfico 2 - Programas federais destinados a TI's e sua atuação no Maranhão



Fonte: Elaborado pelos autores (base: Portal da Transparência, 2019)

Apesar do gráfico acima demonstrar que, quantitativamente, 36% dos programas federais têm atuação sobre o Estado, uma análise mais detida percebe que não existem recursos destinados ao Maranhão no que tange às principais demandas (posse plena das terras indígenas, gestão territorial e direitos sociais). Na esfera estadual, existem 4 programas com atuação direta ou transversal sobre terras indígenas, com 29 ações específicas, voltadas para a inclusão socioprodutiva, o desenvolvimento da agricultura familiar, assistência técnica (ATER), e desenvolvimento de tecnologias para a agricultura familiar. A maior parte dos recursos está designada a ações de inclusão socioprodutiva, com vistas a reduzir o número de pessoas em situação de extrema pobreza.

Nos Territórios Indígenas totalmente e parcialmente inseridos no Bioma Amazônia atuam, em todos os níveis de gestão, aproximadamente 113 organizações públicas e da sociedade civil. A nível federal, 4 entidades se dedicam à temática socioterritorial das etnias nativas, que são: o Ministério da Justiça e da Segurança Pública, por meio da Fundação Nacional do Índio (FUNAI), o Ministério da Saúde em parceria com o Instituto de Medicina Integral Professor Fernando Figueira e a Secretaria Nacional da Juventude; além de outras 3 entidades federais que englobam as demandas dessa população, bem como das questões quilombolas, de assentamentos e de unidades de conservação: Ministério do Meio Ambiente, Ministério da Educação e Ministério da Mulher, da Família e dos Direitos Humanos (anteriormente designado como Ministério dos Direitos Humanos).

A nível estadual foram mapeadas 4 Secretarias que possuem atuação nessa área institucional, com destaque à Secretaria de Educação, e a Secretaria de Estado dos Direitos Humanos e Participação Popular (SEDIHPOP), por meio da Assessoria Especial de Assuntos Indígenas. Com uma menor atuação no território, na esfera municipal, a existência de órgão para atuar no tema foram identificados em 2 municipalidades (Amarante do Maranhão e Arame), no total de 17. Como competência exclusiva menciona-se o município de Arame, com a Secretaria de Assuntos Indígenas que tem dentre as suas atribuições desenvolver trabalhos voltados para os princípios de conscientização da sociedade não indígena, visando contribuir para a superação dos preconceitos ou discriminação existentes, bem como buscar a conscientização dos povos indígenas sobre seus direitos e deveres, como fortalecimento cultural, a proteção do meio ambiente e o crescimento econômico,

discutindo alternativas e aprimorando propostas que tenham como finalidades a autonomia dos povos indígenas.

Nos municípios conta-se com a presença de organizações sociais civis, como associações com interesses voltados à população indígena em 17 municipalidades, onde se totalizou 94 OSC locais e 11 agentes, a citar o Conselho Indigenista Missionário (CIMI), postos da FUNAI, Missões Protestantes e a Coordenação das Organizações e Articulações dos Povos Indígenas do Maranhão (COAPIMA). Na esfera estadual e local, a articulação das organizações da sociedade civil com o poder público ocorre através dos Conselhos de composição paritária, nas questões voltadas aos Direitos Humanos.

Diante dessas abordagens verificou-se como potencialidade a forte articulação desses povos na luta pelos seus direitos, através das diversas OSC localizadas nas terras indígenas, ademais, a importância que possui no cenário nacional e internacional, por contar com apoio de instituições de defesa dos seus direitos, conservação dessa cultura e modos de vida. Contudo, as ações de agentes contrários à preservação socioambiental se alastram pelos Territórios Indígenas sob a defesa de um desenvolvimento econômico baseado no extrativismo madeireiro, na exploração animal de espécies ameaçadas de extinção, na degradação do solo para mineração, dentre tantas outras atividades econômicas que se sobrepõem ilegalmente ao meio natural, e que enquanto fragilidade, necessita de políticas efetivas de coerção e punição dos responsáveis dessa devastação e garantia de que estes cumprirão as medidas apropriadas para reparação dos danos causados.

3.3 Quilombolas

De acordo com informações da Fundação Cultural Palmares (2019), no Maranhão, existem 787 Comunidades Remanescentes de Quilombos (CRQ's), todas com certidões expedidas. Desse total, 610 CRQ's estão em municípios do Bioma Amazônia (Figura 4, p. 22). Com relação a regularização fundiária, 44 são tituladas pelo Instituto de Colonização e Terras do Maranhão (ITERMA) e 2 apresentam titulação parcial expedida pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA).

As CRQ's certificadas pela Fundação Cultural Palmares estão distribuídas por um total de 49 municípios no Bioma Amazônia, com destaque para Alcântara com 160

comunidades, Itapecuru Mirim com 47, Serrano do Maranhão com 27, São Vicente Férrer com 26, Matinha com 23 e São Luís Gonzaga e Pinheiro com 20, cada.

No tocante às CRQ's tituladas pelo ITERMA (Figura 5, p. 23), estas estão distribuídas por 15 municípios no Bioma, com destaque para Viana com 13 comunidades; Matinha com 10; Pedro do Rosário e Anajatuba com 3; Bacabal, Santa Rita e Presidente Sarney com 2; e as demais situadas nos municípios de Cândido Mendes, Olinda Nova do Maranhão, Icatu, Mirinzal, Pinheiro, São Luiz Gonzaga e São Vicente Férrer. As 2 CRQ's que apresentam titulação parcial expedida pelo INCRA estão localizadas no município de Itapecuru Mirim que são: Piqui/Santa Maria dos Pinheiros e Mata de São Benedito.

Observa-se também a morosidade com relação ao andamento dos processos para emissão do título de posse da terra junto aos órgãos de regularização fundiária, a exemplo do INCRA. Como já destacado, apenas duas CRQ's inseridas no Bioma Amazônia apresentam a titulação parcial de posse da área emitida pelo órgão, enquanto as demais possuem apenas a Certidão de Autorreconhecimento emitida pela Fundação Cultural Palmares.

Destaca-se ainda que em vários contextos os territórios das CRQ's estão sendo sobrepostos por outras áreas institucionais, a saber: Assentamentos de Reforma Agrária, Unidades de Conservação e Áreas de Segurança Nacional, como o Centro de Lançamento de Alcântara. Tal situação denota a necessidade da revisão dos limites cartográficos dessas áreas.

Portanto, é imprescindível salvaguardar o direito ao território das CRQ's em todo o estado e, em especial no Bioma Amazônia, haja vista que se constitui num elemento significativo para assegurar seu modo de vida e suas distintas formas de organização social, cultural, política e religiosa, assim como, o livre acesso aos recursos naturais. Desse modo, é de suma importância a criação de políticas públicas direcionadas às CRQ's, sobretudo aquelas voltadas para a regularização dos seus territórios e, também, programas que possibilite acesso à educação e saúde de qualidade.

Seguindo para outra área institucional pesquisada, qual seja as comunidades quilombolas, as principais referências legais são iniciadas com o advento da Constituição Federal de 1988, através do artigo 68 do ADCT (Atos das Disposições Constitucionais Transitórias), bem como dos artigos 215 e 216, que

dispõem sobre a proteção das manifestações culturais, autorizando a estruturação de uma eficiente rede de proteção e tutela desses grupos.

Após a criação de tais diplomas legais, em 2003 nasce o decreto de número 4887, que regulamenta todo o procedimento de titulação da propriedade definitiva das terras ocupadas por remanescentes das comunidades dos quilombos. Também vigora no ordenamento jurídico brasileiro, a Convenção 169 da Organização Internacional do Trabalho, que garante expressamente em seu artigo 14 o direito à propriedade das terras tradicionalmente ocupadas.

Todo o trâmite de regularização fundiária das áreas remanescentes de quilombos é executado pelo INCRA, que estabeleceu através da IN nº 57, que os processos de regularização fundiária só poderão ser iniciados se a comunidade possuir a certificação emitida pela Fundação Cultural Palmares. Atualmente são mais de 1.500 comunidades certificadas em todo o território nacional.

No Maranhão, as comunidades quilombolas representam um percentual significativo da população maranhense, pois, segundo cadastro junto à Fundação Cultural Palmares, são computadas 511 comunidades certificadas como remanescentes de quilombos. Esse número comprova não apenas a necessidade de garantir o acesso de toda essa população aos seus direitos fundamentais, onde o território possui lugar de destaque, mas também garantir um processo de regularização fundiária transparente, visando o bem-estar de todos os povos e o pleno desenvolvimento do estado maranhense.

A nível estadual confirma-se a existência de um arcabouço de leis que garantem os direitos territoriais quilombolas, quais sejam: o art. 229 da Constituição do Estado do Maranhão, que reconhece e legaliza, na forma da lei, as terras ocupadas por remanescentes das comunidades dos quilombos; a Lei Estadual nº 9.169, de 16 de abril de 2010, que trata da legitimação de terras das comunidades quilombolas e dá outras providências, e o Decreto Estadual nº 32.433, de 23 de novembro de 2016, que regulamenta a Lei 9169/2010.

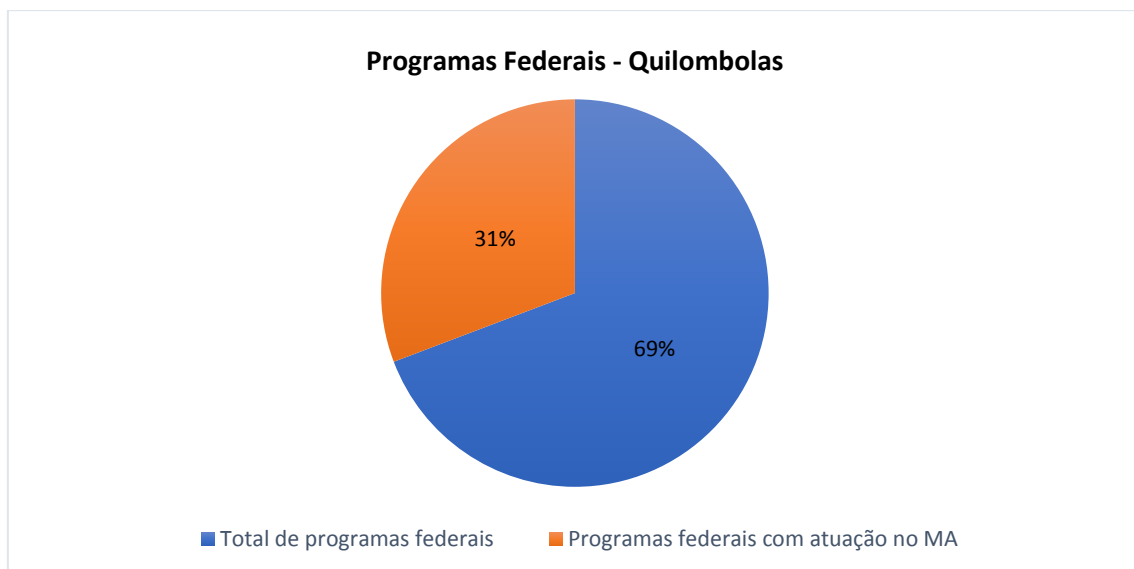
O órgão responsável pela delimitação, demarcação e titulação das terras ocupadas pelas comunidades quilombolas - das quais tratam os dispositivos estaduais anteriormente citados - a nível estadual, é o Instituto de Colonização e Terras do Estado do Maranhão (ITERMA).

Segundo dados coletados no site do ITERMA, do ano de 1999 até março de 2018 constam 51 comunidades tituladas pelo órgão dentro do estado maranhense.

Esse total corresponde a apenas 8,34% dentre as comunidades existentes no estado, levando-se a refletir acerca da morosidade, que representa mais uma das dificuldades impostas pela realidade do mundo jurídico à efetivação desses novos direitos previstos pela Constituição Federal de 1988.

A consulta ao PPA e ao portal da transparência identificou a existência de 9 programas com atuação direta ou transversal em comunidades quilombolas, com 17 ações específicas. As ações estão relacionadas à educação básica, inclusão social por programas de transferência de renda, e regularização fundiária de comunidades quilombolas, dentre outros (para ver a lista completa de ações, consultar apêndice no relatório final). Destes programas, 4 possuem atuação direta no Maranhão.

Gráfico 3 - Programas federais destinados a Comunidades Quilombolas e sua atuação no Maranhão



Fonte: Elaborado pelos autores (base: Portal da Transparência, 2019)

Entretanto, tal como nas terras indígenas, através de uma análise mais detida, percebe-se que não existem recursos destinados ao Maranhão no que tange às principais demandas (regularização fundiária das comunidades quilombolas). Nenhum recurso para este fim foi disponibilizado ao Maranhão durante a janela de tempo analisada (2015-2019). Na esfera estadual, existem 4 programas com atuação direta ou transversal sobre terras indígenas, com 29 ações específicas, voltadas para a inclusão socioprodutiva, o desenvolvimento da agricultura familiar, assistência técnica (ATER), e desenvolvimento de tecnologias para a agricultura familiar. A maior

parte dos recursos está designada a ações de inclusão socioprodutiva, com vistas a reduzir o número de pessoas em situação de extrema pobreza.

No mapeamento das instituições públicas e organizações da sociedade civil atuantes no tema sobre as comunidades quilombolas verificou-se que a nível federal, estadual e municipal existem em torno de 40 entidades de grande expressão na temática. Dentre essas instituições, a nível federal, menciona-se o Ministério do Desenvolvimento Agrário – redesignado ao Ministério da Agricultura, Abastecimento e Pesca (MAPA) – e a entidade a ele vinculado, como o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), e o Ministério da Cultura – redesignado como Secretaria Especial de Cultura, vinculado ao Ministério da Cidadania –, com a Fundação Cultural Palmares. De modo transversal ao tema, destaca-se o Ministério da Mulher, da Família e dos Direitos Humanos e o Ministério da Educação, respectivamente referente às áreas institucionais de Terras Indígenas e Unidades de Conservação.

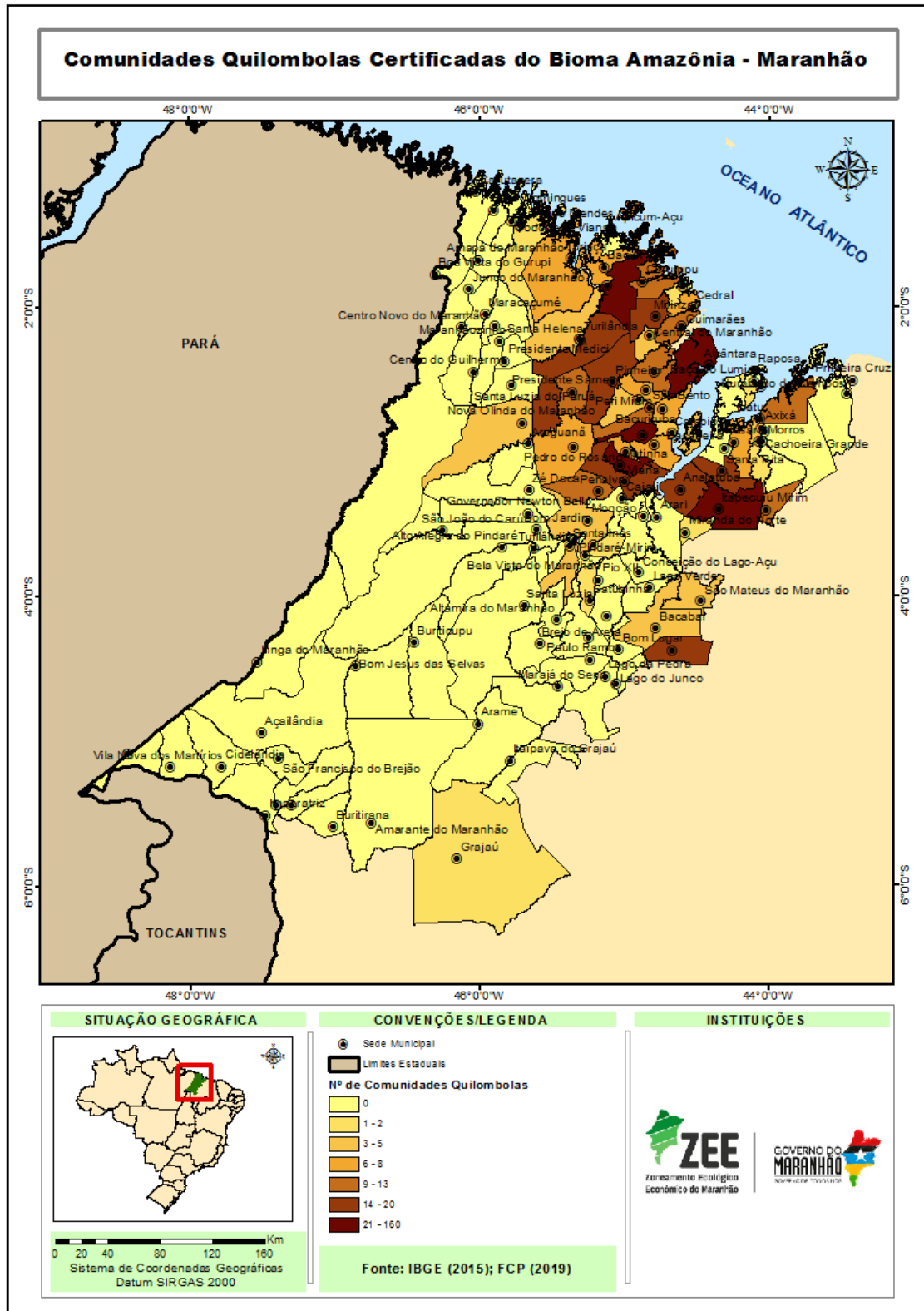
Na gestão estadual, os principais órgãos responsáveis na formulação de políticas públicas ou que atuam na gestão do tema tem-se o Instituto de Colonização e Terras do Maranhão (ITERMA), responsável pela delimitação, demarcação e titulação da propriedade dos territórios ocupados por comunidades quilombolas localizadas em terras devolutas estaduais, e a Secretaria de Igualdade Racial, responsável pela implementação da política de igualdade racial e ações afirmativas. Essa secretaria desenvolve as suas atividades de modo articulado com as instituições locais, em especial a secretaria municipal que tem dentre as suas atribuições tratar da política de igualdade racial. Nas municipalidades essa secretaria se faz presente em apenas 5 cidades de um total de 89, dando indicações da pouca relevância dada ao tema a partir de ações, que são diminutas, direcionadas pela gestão local para atender a essa parcela da população.

A articulação estabelecida entre instituições públicas e organizações da sociedade civil ocorrem principalmente por meio de 1 Conselho Estadual que trata do tema da Igualdade Racial. Além disso, existem importantes articulações entre as Secretarias Municipais de Igualdade Racial com outras organizações locais, em especial, quando o referido órgão possui no seu quadro de funcionários representantes de comunidades quilombolas. Apesar da existência do órgão, este possui limitações na definição de ações, devido à escassez de recursos para a realização de atividades.

Nesses municípios existem organizações da sociedade civil, identificadas com base nos dados do IPEA, com a presença de 5.864 OSC distribuídas em 48 municípios, das quais envolvem associações, união de moradores, fundações e organizações religiosas. Algumas municipalidades contam com uma organização local que desempenha o papel de articuladora, na luta pelos direitos, o reconhecimento do seu território e a valorização de suas culturas, dentre estes cita-se a União das Associações das Comunidades Remanescentes de Quilombos do Município de Anajatuba (UNIQUITUBA), a União das Comunidades Negras Rurais Quilombolas de Itapecuru-Mirim (UNIQUITA), Casa de Apoio as Comunidades Quilombolas de Icatu, Movimento dos Atingidos pela Base Espacial de Alcântara (MABE) e Movimento Quilombola do Bequimão (MOQBEG). Além desses foram mapeadas mais 11 organizações que atuam nessa temática e que se articulam na defesa dos seus direitos, juntamente com outras organizações a nível estadual e nacional como Movimento Quilombola do Maranhão (MOQUIBOM), Associação das Comunidades Negras Rurais Quilombolas do Maranhão (ACONERUQ), Coordenação Nacional de Articulação das Comunidades Negras Rurais Quilombolas (CONAQ/MA), Centro de Cultura Negra do Maranhão (CCN), entre outros.

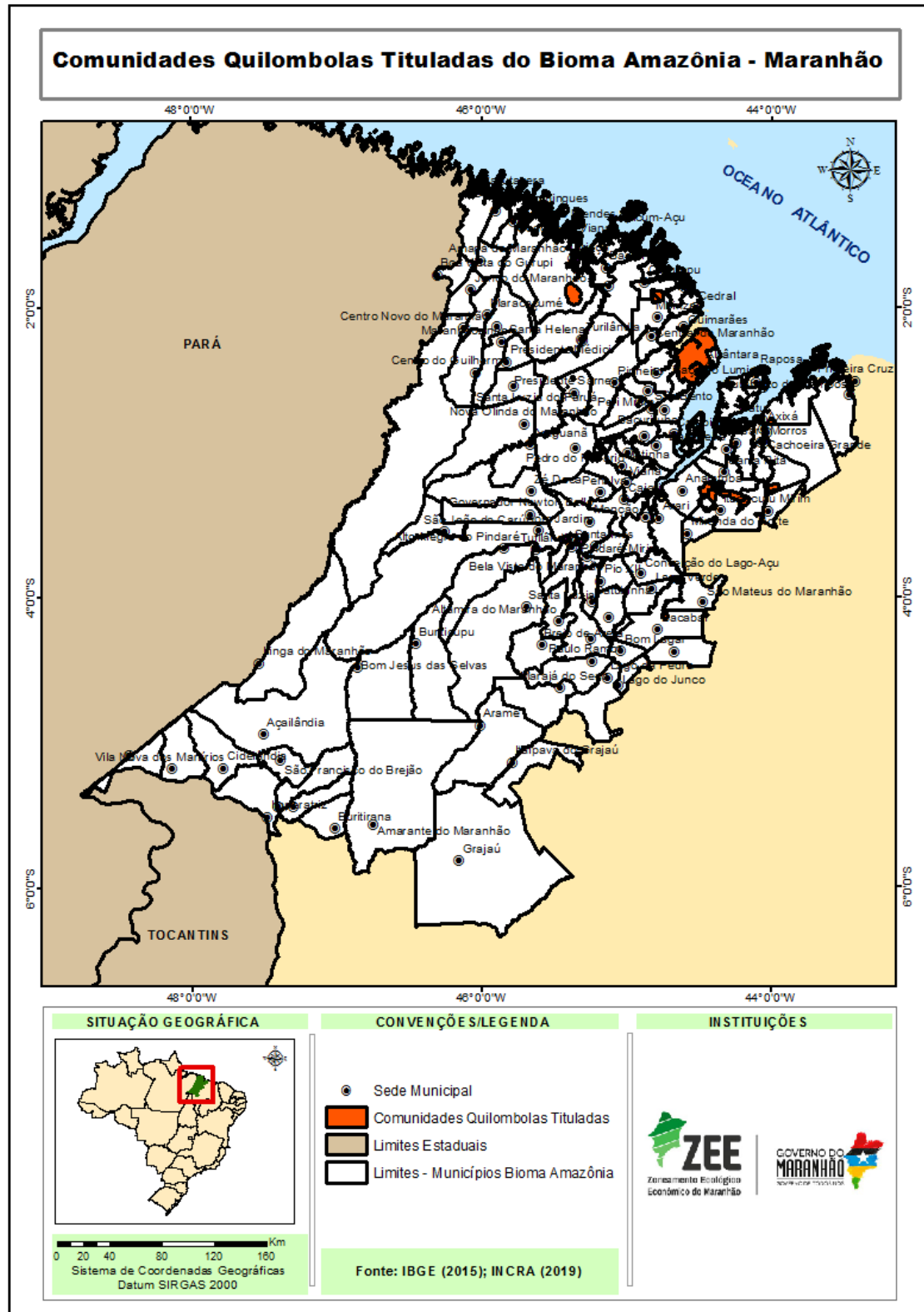
A presença organizada da sociedade civil através dos grupos supracitados se destaca como potencialidade na consolidação de meios eficazes de elaboração de diretrizes a partir das demandas pautadas em causas identitárias, direitos básicos e de regularização da demarcação e posse de terras. Em contrapartida, exigem uma ação acelerada das instituições públicas para resolução dessas requisições e que veem na máquina pública um grande empecilho e morosidade para o fluxo de respostas satisfatórias aos direitos salvaguardados às populações quilombolas.

Figura 4 - Mapa das Comunidades Remanescentes de Quilombos Certificadas no Bioma Amazônia



Fonte: Adaptado da FCP (2019)

Figura 5 - Mapa das Comunidades Remanescentes de Quilombos Tituladas no Bioma Amazônia



Fonte: Adaptado do INCRA (2019)

3.4 Assentamentos Rurais

No estado do Maranhão, de acordo com o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA, 2019) foram criados 1.028 projetos de Assentamentos Rurais, beneficiando 132.301 famílias num total de 4.741.258,65 hectares. O referido órgão de regularização fundiária divide os projetos em dois grupos, sendo eles: projetos criados pelo INCRA que são divididos na seguinte modalidade: Projeto de Assentamento Federal (PA); Projeto de Assentamento Agroextrativista (PAE); Projeto de Desenvolvimento Sustentável (PDS); Projeto de Assentamento Florestal (PDS); Projeto de Assentamento Casulo (PCA); Projeto Descentralizado de Assentamento Sustentável (PDAS). O segundo grupo corresponde às áreas reconhecidas pela INCRA enquanto modalidade de Assentamentos Rurais, sendo elas: Projeto de Assentamento Estadual (PE); Projeto de Assentamento Municipal (PAM); Reservas Extrativistas (RESEX); Território Remanescentes Quilombola (TRQ); Reconhecimento de Assentamento de Fundo de Pasto (PFP); Reassentamento de Barragem (PRB); Floresta Nacional (FLONA); e Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS).

Conforme o INCRA (2019), no Bioma Amazônia foram criados 615 Projetos de Assentamento, distribuídos por 92 municípios (Figura 6, p. 28) apresentando as seguintes modalidades: 42 Projetos de Assentamento Federal (PA); 144 Projetos de Assentamento Estadual (PE); 20 Projetos de Assentamento Casulo (PCA); 7 Projetos de Assentamento Agroextrativista (PAE); 6 Projetos de Desenvolvimento Sustentável (PDS); 3 Reservas Extrativistas (RESEX); 2 Projetos de Assentamento Quilombola (PAQ); e 1 Projeto de Assentamento Municipal (PAM).

No Bioma Amazônia, os municípios que concentram a maioria dos Assentamentos Rurais do tipo PA são: Zé Doca, Pedro do Rosário, Bom Jesus das Selvas, Santa Luzia, Amarante do Maranhão, Araganã e Centro Novo do Maranhão. Com relação aos PE, a maior representação está nos municípios de Humberto de Campos, Arari e Morros. Os projetos do tipo Casulo estão distribuídos por 18 municípios, com destaque para Zé Doca e Icatu. Já os PAE estão distribuídos por 5 municípios com destaque para Monção com 3 projetos. Os PDS também possuem representatividade em 5 municípios do Bioma, com destaque para Arame, Pedro do Rosário, Açailândia e Viana. Por fim, os projetos do tipo RESEX são três, estando localizados nos municípios de Cidelândia, Mirinzal e Cururupu. Por sua vez, os

assentamentos do tipo PAQ, dois no total, localizam-se nos municípios de Itapecuru Mirim e Turiaçu. Na modalidade do tipo PAM existe um Projeto de Assentamento que está localizado em São Luís.

Partindo para a análise da dinâmica dos assentamentos rurais no Estado do Maranhão, no que diz respeito à construção de leis e normas jurídicas, temos o INCRA como órgão responsável por criar os assentamentos rurais. Após dois Planos Nacionais de Reforma Agrária, 9.256 projetos de assentamentos no Brasil foram criados pelo INCRA, desde a implantação do 1º PNRA até o final de 2017, totalizando uma área correspondente a 88.314.857 hectares no país. Desses assentamentos, 1.028 estão localizados dentro do território Maranhense (INCRA, 2016). Vale ressaltar que o Instituto de Colonização e Terras do Maranhão – ITERMA, também possui competência, a nível estadual, para realizar projetos de assentamento. Até a data de 2015, segundo dados disponibilizados no site do órgão, foram realizados 288 projetos, com um total de 40.828 famílias e 162 imóveis.

O INCRA ainda faz a diferenciação dos assentamentos, que podem ser divididos em dois grandes grupos: Primeiro, tem-se os criados por meio de **obtenção de terras pelo INCRA**, na forma tradicional, denominados Projetos de Assentamento (PAs), que incluem os ambientalmente diferenciados. Existem ainda, aqueles implantados por instituições governamentais e **reconhecidos** pelo INCRA, para acesso às políticas públicas do PNRA. Vale lembrar que todos os procedimentos técnicos administrativos da criação e reconhecimento estão amparados pela Norma de Execução DT nº 69 de 12 de março de 2008.

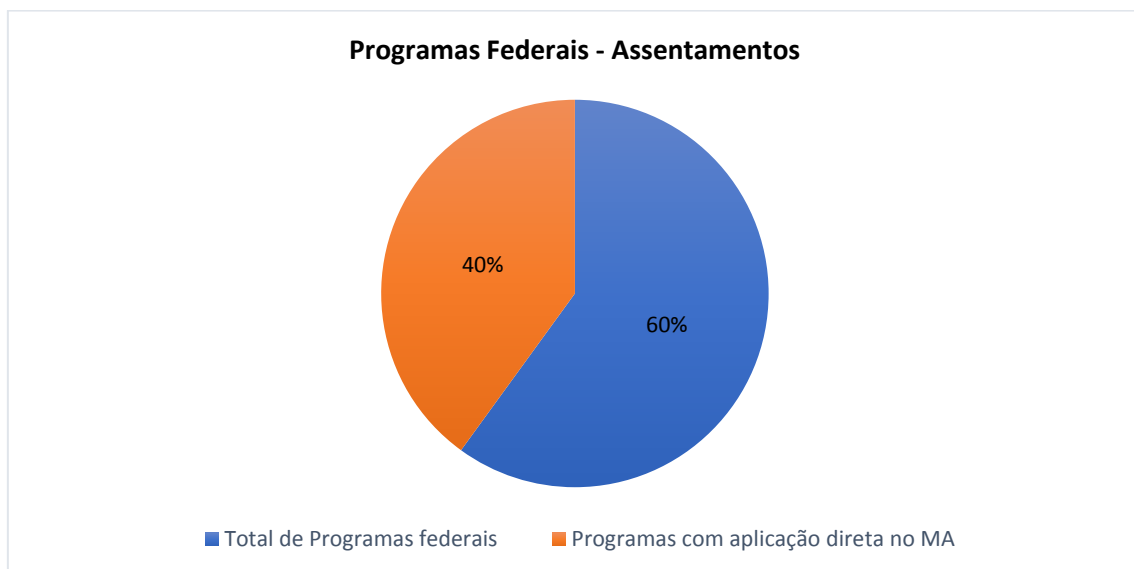
Um ponto importante no mapeamento das áreas de assentamento no bioma amazônico no estado do Maranhão é o fato de que a maioria dessas áreas - antes de realizado o processo de regularização fundiária - já tinham sido apropriadas por pequenos agricultores, em sua minoria vivenciando situações conflituosas com os possíveis proprietários de terras. Isso ajudou no processo de transformação dessas regiões em assentamentos, haja vista que tais áreas, ao serem desapropriadas, foram logo em seguida redistribuídas para famílias que já se encontravam nas comunidades.

Todo o processo de desapropriação, seguido pela regularização e construção desses assentamentos, foi vivenciado pelos pequenos agricultores através de intensas lutas por direito à terra, e quando em uma área do estado a conquista era bem sucedida, motivava outros camponeses de regiões diferentes a travarem a mesma luta, por isso o processo de criação dos assentamentos não se

deu de forma homogênea em todo território maranhense e muito menos em uma mesma época.

A consulta aos programas federais com atuação direta ou transversal sobre assentamentos identificou a existência de 3 programas, com 18 ações voltadas para a Reforma Agrária, segurança alimentar e nutricional e desenvolvimento regional e territorial. Desses 3 programas, apenas 2 possuem aplicação de recursos destinada ao Maranhão. Na esfera estadual, identificou-se a existência de 4 programas, com 24 ações voltadas para o desenvolvimento da agricultura familiar, regularização fundiária, assistência técnica e extensão rural (ATER), e pesquisa e desenvolvimento de tecnologias para a agricultura familiar.

Gráfico 4 - Programas federais destinados à Assentamentos e sua atuação no Maranhão



Fonte: Elaborado pelos autores (base: Portal da Transparência, 2019)

Na identificação das instituições atuantes nos 617 assentamentos, distribuídos em 93 municípios, as ações das instituições públicas ocorrem de modo semelhante às comunidades quilombolas através da transversalidade de ação dos órgãos. Nesse levantamento foram identificados, em todos os níveis de ação, entre instituições públicas e organizações da sociedade civil, em torno de 41 entidades. Foram mapeados 6 órgãos federais com atuação na área, dos quais de modo específico ao tema menciona-se o Ministério do Desenvolvimento Agrário – recentemente realocado para o Ministério da Agricultura, Abastecimento e Pesca

(MAPA) –, que tem atuação descentralizada por meio do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), contando com unidades localizadas no Bioma Amazônia. Ademais, destaca-se o Ministério do Meio Ambiente, com a Secretaria de Extrativismo e Desenvolvimento Rural Sustentável, que tem atuado na proposição de políticas, normas e estratégias que visem ao desenvolvimento sustentável.

Com o incentivo à produção agrícola e ao desenvolvimento rural, no cenário do Governo Estadual foram identificados 6 órgãos, dos quais cita-se a Secretaria de Agricultura Familiar e o Instituto de Colonização e Terras no Maranhão, que atuam nas comunidades quilombolas. Ademais, e de modo específico, cita-se as agências de pesquisa e capacitação dos produtores rurais, sejam assentados ou não, a Agência de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural (AGERP-MA) e Agência de Defesa Agropecuária do Maranhão (AGED-MA).

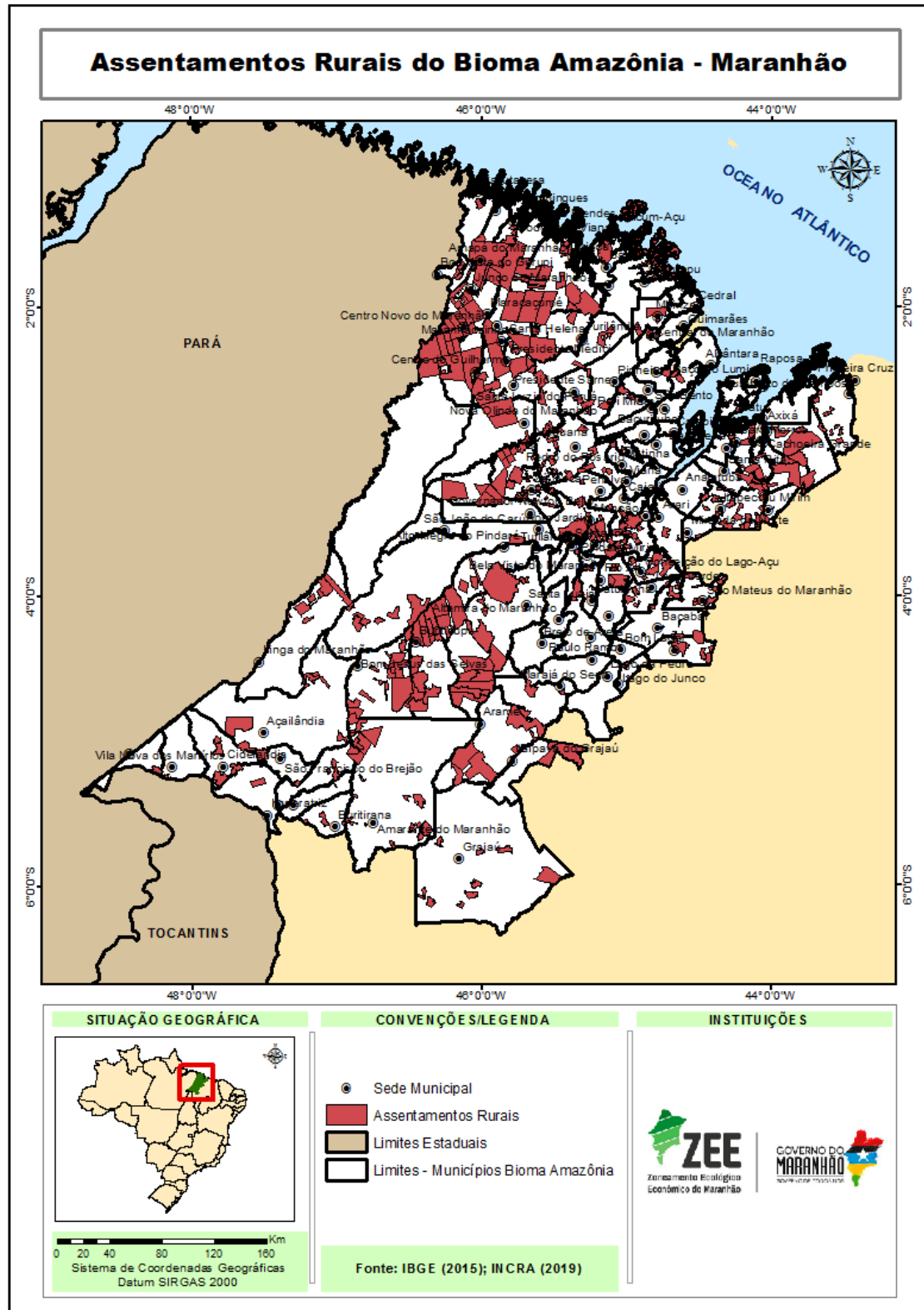
No âmbito Municipal, as questões voltadas para o tema são tratadas pela Secretaria Municipal de Agricultura que atua na implementação de programas federais, estaduais e municipais para o desenvolvimento das atividades agrícolas, destinados não somente à subsistência dessa população, mas também a comercialização da produção, seja a nível local ou regional. Este órgão com status de secretaria está presente em todos os municípios, indicando como principal condutor na promoção do desenvolvimento econômico local. Nos parâmetros legais para a gestão do órgão identifica-se a existência do Plano de Desenvolvimento Rural Sustentável, um instrumento de gestão, para controle de intervenções no espaço e a promoção de um desenvolvimento rural sustentável.

Nos assentamentos, na identificação das Organizações da Sociedade Civil (OSC), dentre as áreas investigadas e que apresentam maior número de organizações, no total de 93 municípios pesquisados, existem 14.885 OSC, de acordo com dados do IPEA (2019). Dos quais Imperatriz e São Luís apresentam maiores quantitativos de OSC. Ainda que este quantitativo se faça nas áreas dos assentamentos, apenas 4,14% estão concentradas nas áreas de direitos sociais básicos, trabalho e religião. Ademais, existem outras à nível estadual que realizam a articulação dessa população na busca pelos seus direitos, a citar o Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra, as Associações em áreas de Assentamentos do Maranhão, a Associação Agroecológica Tijupá. Nesse cenário, há também o papel desempenhado pelos Sindicatos dos Trabalhadores e Trabalhadoras Rurais (STTR)

e a Federação dos Trabalhadores Rurais Agricultores e Agricultoras do Estado do Maranhão (FETAEMA).

Contudo, existem ainda comunidades que buscam se organizar nos espaços de assentamento que passam por situações de disputas territoriais quando há o anúncio de implantação de grandes empreendimentos. Ao todo são 22 grupos, entre comunidades, povoados, projetos de assentamentos e assentamento, em 8 municípios, ameaçados de despejo por três grandes empresas (CPT, 2017). Tais espaços passam a ser ocupados muitas vezes por conflitos violentos, desapropriações mal acordadas e devastação do meio natural e social. Desta maneira, se faz necessário reforçar o papel das instituições públicas, na definição de diretrizes e para proteção dos atores mais vulneráveis, de modo a validar a premissa de que todos os cidadãos possuem os mesmos direitos perante a lei.

Figura 6 - Mapa dos Assentamentos Rurais no Bioma Amazônia – Maranhão



Fonte: Adaptado do INCRA (2019)

3.5 Distritos Industriais

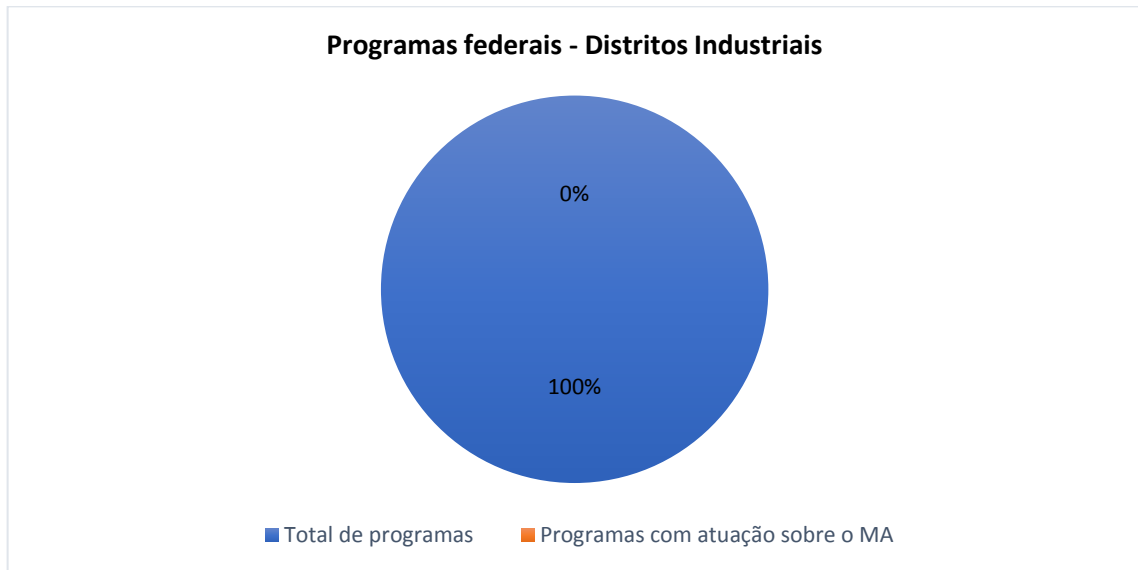
De acordo com a Secretaria de Estado de Indústria, Comércio e Energia do Maranhão, dos 109 municípios inseridos no Bioma Amazônia, apenas 9 (nove) possuem Distritos Industriais, representando 8,3% do total de municípios do Bioma (Figura 7, p. 32). Os Distritos estão localizados seguintes municípios: Bacabeira, Bacabal, Grajaú, Imperatriz, Pinheiro, Rosário, São José de Ribamar e São Luís. Destaca-se que Imperatriz possui duas áreas industriais, uma denominada Distrito Industrial de Imperatriz e outra de Parque Empresarial Imperatriz.

Em termos quantitativos, os Distritos Industriais somam uma superfície de aproximadamente 19.276 hectares no Bioma Amazônia do estado do Maranhão, destaca-se que o DI do município de São Luís representa 97,8% deste total, configurando-se como a principal área industrial do Bioma.

No que diz respeito aos distritos industriais inseridos no Bioma Amazônia no estado do Maranhão contabiliza-se a existência de nove, sediados nos seguintes municípios: São Luís, Imperatriz, Bacabeira, Bacabal, Grajaú, Pinheiro, Rosário e São José de Ribamar. Os municípios possuem autonomia na forma da lei para a criação dos mesmos, e a sua regulamentação é feita por meio de lei municipal. O trabalho de criação de um distrito industrial é feito em duas etapas: primeiramente a área que sediará o Distrito Industrial deverá ser identificada, após isso será elaborado o seu projeto.

A consulta aos programas federais com atuação direta ou transversal sobre distritos industriais identificou que há apenas um programa federal voltado para essa área institucional, com 5 ações específicas que visam a competitividade, a qualidade e a produtividade da indústria brasileira. Ao longo do horizonte de tempo analisado (2015 – 2019), não foi encontrada destinação de recursos ao Maranhão.

Gráfico 5 - Programas federais para Distritos Industriais e sua atuação no Maranhão



Fonte: Elaborado pelos autores (base: Portal da Transparência, 2019)

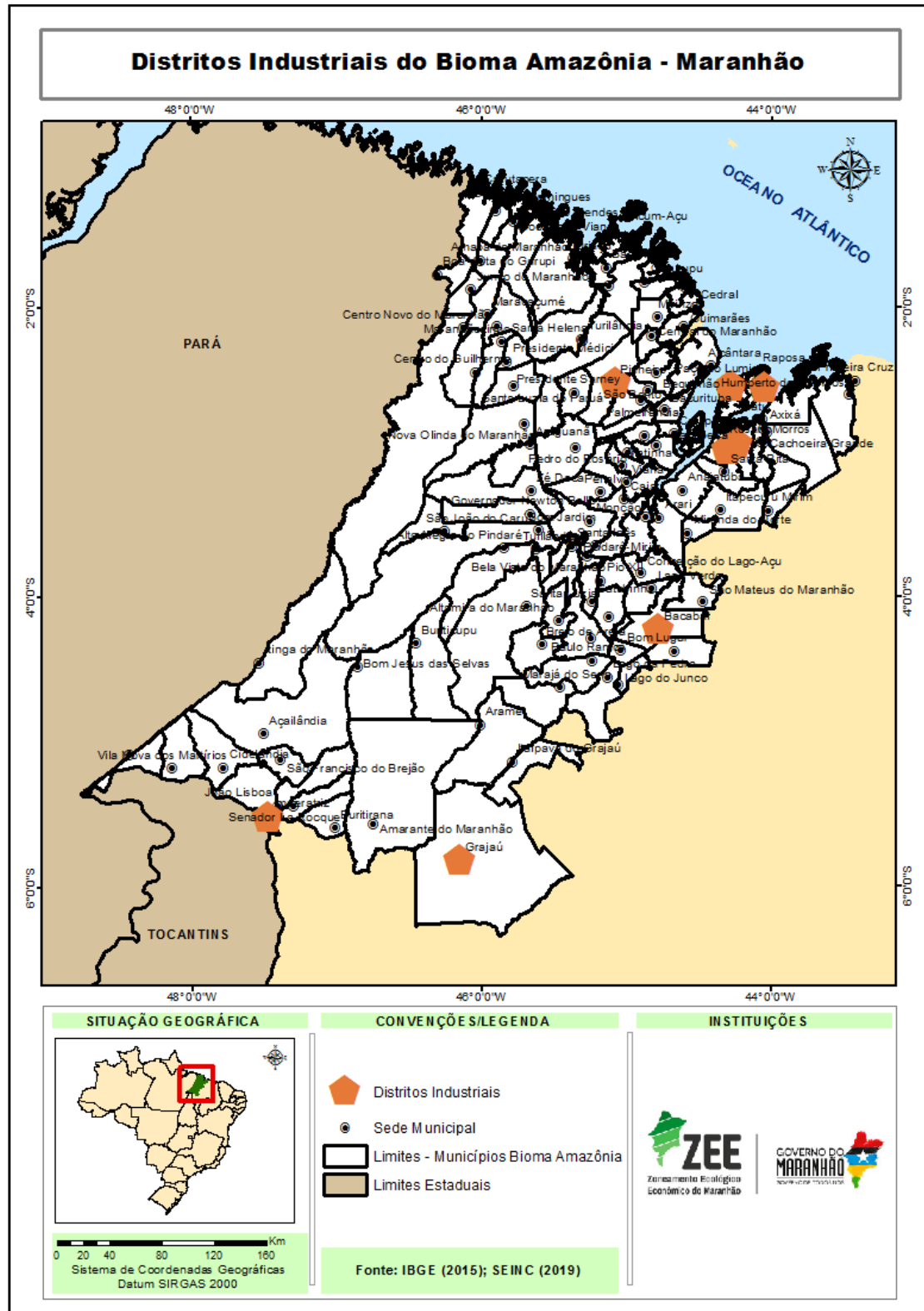
Percebe-se, tal como na situação dos distritos industriais, que a gestão portuária do Estado fica toda a cargo da esfera estadual. Foi encontrado apenas um programa, denominado Maranhão Empreendedor, com 8 ações específicas voltadas para compras governamentais, atração, incentivo e manutenção de negócios, serviços técnicos metrológicos, empreendedorismo, e incremento da competitividade de infraestrutura industrial e investimentos estratégicos.

Nos Distritos Industriais, no âmbito das instituições públicas e organizações da sociedade civil, ainda que seja uma área de grande potencial econômico em determinadas localidades, no Bioma Amazônia, este possui uma pequena expressão. Na identificação das instituições públicas a nível federal foram mapeados 2 Ministérios que têm atribuições para atuar no tema: o Ministério de Indústria, Comércio Exterior e Serviços e o Ministério da Integração Nacional – recentemente inserido ao Ministério do Desenvolvimento Regional. Além desse, existe a Confederação Nacional da Indústria, órgão responsável por defender os interesses da indústria nacional que atua na articulação com os poderes Executivo, Legislativo e Judiciário. Ademais, é o órgão responsável pelo gerenciamento do Serviço Social da Indústria (SESI), o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) e o Instituto Euvaldo Lodi (IEL), que tem atuação no território.

Com ação específica sobre o território estadual, tem-se apenas a Secretaria de Estado, Indústria, Comércio e Energia (SEINC), que tem atuado através de 14

Distritos Industriais, dos quais 8 estão localizados em municípios do Bioma Amazônia. No espaço local, essa atuação ocorre de maneira mais restrita, pois nos Distritos Industriais, enquanto política estadual, a regulamentação de atividades é proveniente dessa esfera de governo. No entanto, alguns municípios dispõem de órgão para tratar desse tema, identificados em 4 municípios, do total de 8, cujas competências estão associadas a outras áreas de atuação, articuladas ou não a temática em pauta. Na esfera das organizações da sociedade civil foram identificadas instituições cuja atuação está voltada principalmente às questões sindicais, contando com 11 organizações em evidência, a Central Sindical e Popular (CSP – Conlutas), com representantes no Maranhão, além dos sindicatos e movimentos, indicando uma fragilidade no processo, devido ausência de instituições públicas que deveriam se articular e dialogar com essas representações. Tal fragilidade se observa, em especial, na esfera local, visto que não foi identificada uma atuação específica no tema além dos sindicatos de classes trabalhadoras no âmbito do serviço público municipal e da educação.

Figura 7 - Mapa dos Distritos Industriais do Bioma Amazônia – Maranhão



Fonte: Adaptado da SEINC (2019)

3.6 Portos e Retroportos

No Bioma Amazônia no estado do Maranhão, conforme informações disponibilizadas pela ANTAQ (2018) há pelo menos 21 portos distribuídos em 17 municípios, apresentando a seguinte classificação: 1 Porto Organizado (Itaqui); 3 Terminais de Uso Privativo (Ponta da Madeira, Alumar e Mearim) e os demais definidos como Portos Públicos (Figura 8, p. 36).

Dos portos existentes no Bioma, destaca-se o do Itaqui, se constituindo num dos principais portos brasileiros. As obras de construção do Porto do Itaqui foram iniciadas no ano de 1960, sob a gestão do Departamento Nacional de Portos, Rios e Canais (DNPRC). A partir do ano de 2001, mediante convênio assinado entre o Ministério dos Transportes e o Governo Estadual, o Porto do Itaqui passou a ser administrado pela Empresa Maranhense de Administração Portuária (EMAP), criada pela Lei Estadual nº 7.225, de 31 de agosto de 1998, alterada pelo Art. 66 da Lei Estadual nº 7.356, de 29 de dezembro de 1998 (MARANHÃO, 2016).

Outro porto de grande relevância inserido no Bioma Amazônia no Maranhão é o Terminal de Uso Privativo (TUP) Ponta da Madeira pertencente à empresa Vale S/A localizado na Baía de São Marcos, Ilha do Maranhão. O TUP Ponta da Madeira movimenta, principalmente minério de ferro, manganês, concentrado de cobre, ferro gusa e soja. Está inserido no Sistema Norte da Vale, composto pelas minas da Serra dos Carajás no estado do Pará, por uma usina de beneficiamento de minério de ferro, pela Estrada de Ferro Carajás (EFC) e pelas instalações portuárias (VALE, 2019).

Voltando-nos para a questão dos portos no Bioma Amazônia, tomou-se como ponto de partida a Lei nº 12.815, de 5 de junho de 2013, assim como de seu regulamento, o Decreto nº 8.033, de 27 de junho de 2013, momento em que o governo federal instituiu no ano de 2013 o novo marco regulatório do Setor Portuário Nacional.

A Lei 12.815/2013 contém um leque de medidas que visam dar incentivo ao plano de modernização da infraestrutura e da gestão portuária, e também garantir a expansão dos investimentos privados no setor, reduzir custos e aumentar a eficiência, além de retomar a capacidade de planejamento portuária, através da reorganização institucional do setor e da integração logística entre modais.

Segundo dados da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (autarquia responsável por regular, supervisionar e fiscalizar todas as atividades de

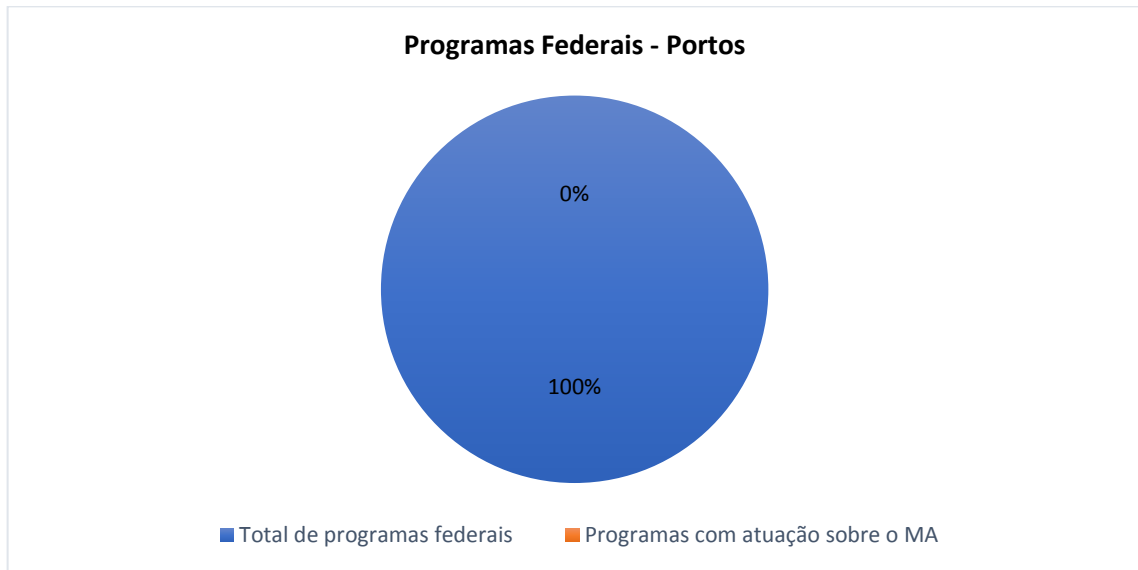
prestação de serviços de transportes aquaviários e de exploração da infraestrutura portuária e aquaviária), existem vinte e um portos em 17 municípios do Bioma Amazônia no Maranhão, sendo dezessete desses, portos públicos, três de uso privativo e somente um porto organizado qual seja o Porto do Itaqui (localizado em São Luís).

Devido às suas particularidades, o Porto do Itaqui merece posição de destaque nesse estudo. Ele se insere no Complexo Portuário de São Luís, juntamente com os Terminais de Ponta da Madeira, da Vale, o Terminal da Alumar e os Terminais de Ferroa da Ponta da Espera e do Cujupe, para travessia da Baía de São Marcos.

Um das diferenças mais evidentes do Porto de Itaqui em relação aos demais portos brasileiros diz respeito à sua proximidade com os grandes centros do mercado mundial, dentre os quais é possível destacar: “Rotterdam (HOL): 4.143 milhas náuticas; São Francisco (EUA): 5.767 milhas náuticas; Tóquio (JAP): 12.524 milhas náuticas; Canal do Panamá (PAN): 2.483 milhas náuticas”. A Emap tem incentivado a atração de grandes projetos, em recursos humanos e infraestrutura e vem apresentando resultados satisfatórios de movimentação nos últimos anos, com a chegada de novas cargas e do aumento da importação de produtos ligados ao setor agrícola, como é caso da celulose e fertilizantes, respectivamente.

A análise do PPA e dos dados existentes no Portal da Transparência identificou a existência de 2 programas federais, com 13 ações voltadas para o transporte aquaviário e para a implantação de corredores hidroviários e novas instalações portuárias de pequeno porte. Contudo, dentro do horizonte analisado (2015 – 2019), nenhum dos programas federais teve aplicação direta sobre o Maranhão.

Gráfico 6 - Programas federais para Portos e sua atuação no Maranhão



Fonte: Elaborado pelos autores (base: Portal da Transparência, 2019)

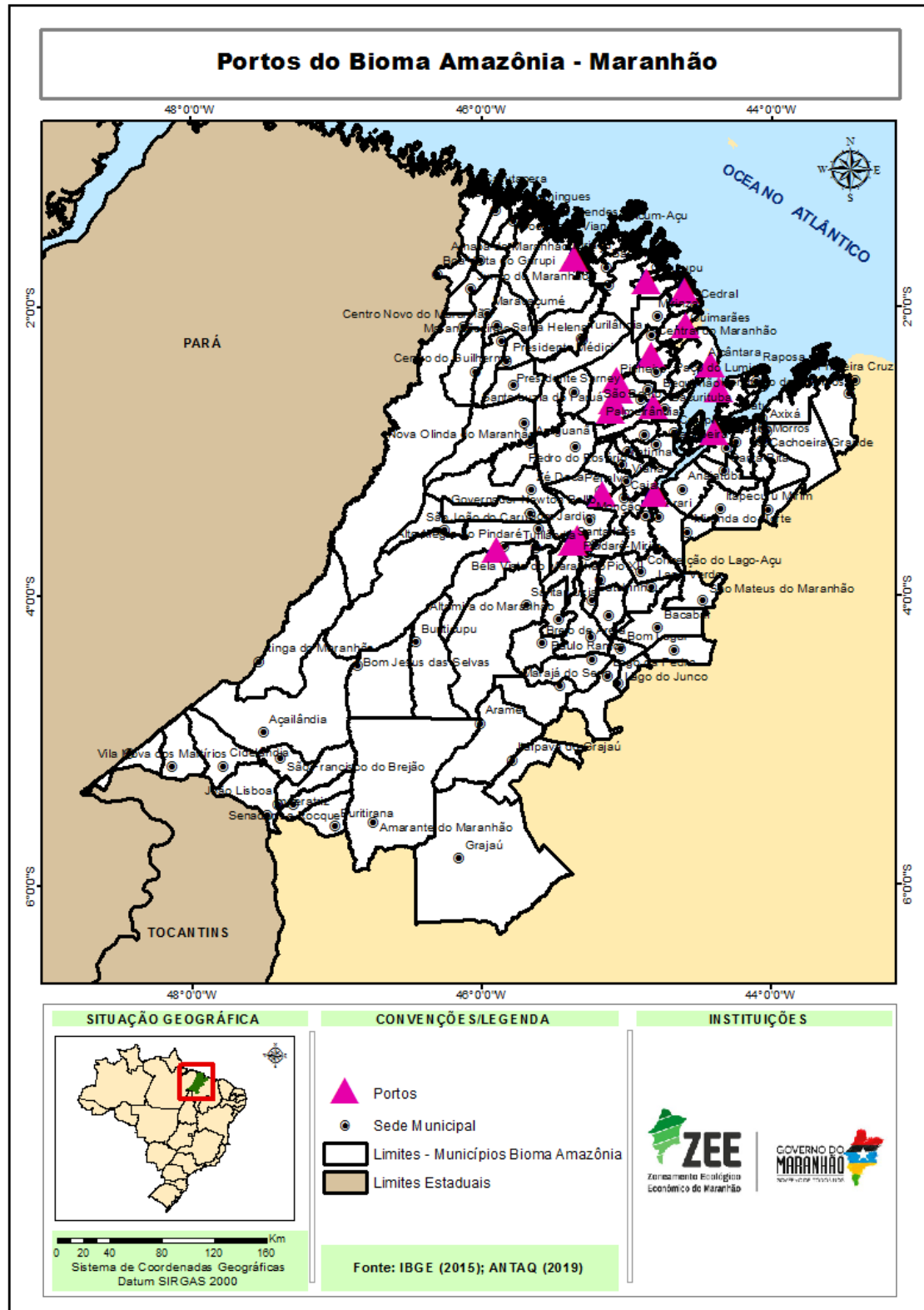
Assim, percebe-se que a gestão portuária do Estado fica toda a cargo da esfera estadual. Foi identificado apenas um programa estadual para este fim, com duas ações específicas, voltadas para o aparelhamento portuário e a ampliação e modernização do porto.

Na área dos Portos e Retroportos, no âmbito das instituições públicas e organizações da sociedade civil, foram identificadas 4 instituições federais com atribuições nessas áreas, a citar: o Ministério do Transporte, Portos e Aviação – redesignado ao Ministério da Infraestrutura –, o Ministério da Defesa Nacional – pela Marinha do Brasil –, a Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ) e o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). Na esfera estadual a regulamentação da atuação dessas áreas é realizada por apenas dois órgãos: a Empresa Maranhense de Administração Portuária – EMAP, que tem sua atuação direcionada apenas para a gestão do Porto do Itaqui e a Capitania dos Portos do Maranhão vinculada à Marinha do Brasil, na regulamentação da atividade e fiscalização de embarcações. Nos municípios, a atuação das instituições públicas ocorre de maneira mais restrita, 50% municípios, do total de 8, possuem um órgão/setor com atuação voltada para desenvolvimento de atividades, regulamentação ou ações nessas áreas. Dentre os órgãos identificados que podem atuar nesse tema tem-se a Secretaria Municipal de Pesca em 37,5% dos municípios

e um caso específico, uma secretaria que tem dentre as suas atribuições a gestão portuária.

Diante dessas questões, verificou-se a fragilidade na gestão e regulamentação de ações a serem efetivadas nesses temas no espaço municipal, pois a inexistência de órgãos para atuação direta indica a pouca importância dada a este potencial de desenvolvimento econômico e local, pois não há controle sobre a produção local, bem como fiscalização sobre as atividades desenvolvidas e cadastro dos pescadores que atuam na região. Além disso, referente às organizações da sociedade civil, há fragilidades devido à presença de poucas organizações para atuar no tema, tanto na esfera estadual como a nível local. No entanto, no cenário nacional, com o intuito de lutar pela defesa dos direitos humanos em situação de risco e ameaças de ataque e/ou criminalização, o Comitê Brasileiro de Defensores e Defensoras de Direitos Humanos (CBDDH), no Maranhão, atua em articulação com 48 organizações da sociedade civil do nível local ao internacional, referente à nova área portuária em processo de implantação na zona rural de São Luís que desencadeou conflitos com comunidades tradicionais locais.

Figura 8 - Mapa dos Portos do Bioma Amazônia – Maranhão



Fonte: Adaptado da ANTAQ (2019)

3.7 Área de Segurança Nacional

No Bioma Amazônia do Estado do Maranhão, existe apenas uma área institucional classificada como Área de Segurança Nacional, trata-se do Centro de Lançamento de Alcântara (CLA), localizado no município de Alcântara (Figura 9, p. 41).

Segundo a Força Área Brasileira “O governo federal, em 1991, declarou de utilidade pública, para fins de desapropriação, cerca de **620 km²** da porção setentrional do município de Alcântara, necessária à implantação das áreas operacionais e de apoio logístico, assim como para efetuar o remanejamento local das famílias habitantes na região a ser desocupada. Embora as atividades que são desenvolvidas no Centro de Lançamento de Alcântara – CLA, não impliquem em riscos de proporções elevadas, a segurança é um aspecto prioritário. Por isso, o projeto do centro definiu que, nos **236 km²** considerada área de segurança, não devem, portanto, existir moradias. Tornou-se, então, necessária a transferência de famílias residentes naquela faixa de terra, começando pelo cadastramento da população existente e a regularização de propriedades” (FAB, 2018, **grifo nosso**).

Segundo os dados disponibilizados no site, tem-se que 620 km² do município estão desapropriados para a implantação do CLA, sendo que apenas um terço dessa área será efetivamente de aplicação operacional. O restante destinar-se-á aos reassentamentos e a áreas de preservação ambiental (FAB, 2018, **grifo nosso**). Em termos percentuais, a área destinada ao CLA representa 42,5% do território do município de Alcântara. No entanto, considerando as informações da Força Área Brasileira, a poligonal considerada como de segurança abrange 16,2% da superfície administrativa de Alcântara (236 km²).

Em relação às Áreas de Segurança Nacional no Brasil, sabe-se que o próprio conceito de segurança nacional diz respeito a garantir, em todo e qualquer lugar, todo tempo e em meio a quaisquer circunstâncias, o território íntegro, a proteção da população e a preservação dos interesses nacionais contra todo tipo de ameaça e agressão externa.

Diante disso, desde a década de 1940, percebe-se uma preocupação jurídica e histórica em construir leis que regulamentassem uma política nacional de defesa, tendo como marco para tal a Constituição Brasileira de 1967, bem como o Decreto-Lei 314, que versava sobre a Lei de Segurança Nacional. Muitas mudanças

legislativas ocorreram desde então, mas a que merece destaque sem dúvidas foi a promulgação da Constituição de 1988, que traz as demandas militares mais importantes que estão relacionadas à missão das Forças Armadas, envolvendo a defesa interna e externa.

No Bioma Amazônia no Estado do Maranhão a Área de Segurança Nacional está localizada no município de Alcântara, escolhido justamente pela sua posição estratégica em meados da década de 1970. O Centro de Lançamento de Alcântara foi proposto pela Aeronáutica objetivando atender perspectivas da Missão Espacial Completa Brasileira (MECB) relacionadas ao desenvolvimento do Veículo Lançador de Satélites.

O fato é que ao construir o projeto espacial para o município, os militares responsáveis por essa operação, no caso aqueles que integravam a Comissão Brasileira de Atividades Espaciais (COBAE), viam Alcântara somente de uma perspectiva estratégica, como um espaço vazio a ser ocupado e que detinha potencial técnico para construir desses projetos espaciais.

Percebe-se com isso que os militares envolvidos no projeto, desconheciam totalmente a formação histórica de Alcântara, percebendo assim os lugares que estavam cheios de famílias exercendo há séculos a sua territorialidade, como espaços vazios e, desse modo, completamente livres para instalação de um centro de lançamento.

Diante desses impasses, diversos Entes estatais decidiram condicionar a regularização fundiária de todo o território de Alcântara à exclusão de 12.000 hectares de terra na zona norte, que fica próxima ao litoral. O principal argumento para tanto foi que a região litorânea de Alcântara era área de relevante interesse aeroespacial e conseqüentemente interesse do Estado.

Com isso, toda a regularização fundiária que ocorreu (e ocorre) no município sempre esteve amarrada a uma lógica de imposição orientada pelos mais diversos interesses econômicos e políticos. Todas as justificativas colocadas pelos apoiadores da instalação e desenvolvimento do CLA funcionam como “instrumento para transformação dessa ampla área ocupada historicamente pelos quilombolas em uma zona de sacrifício” (p.19)

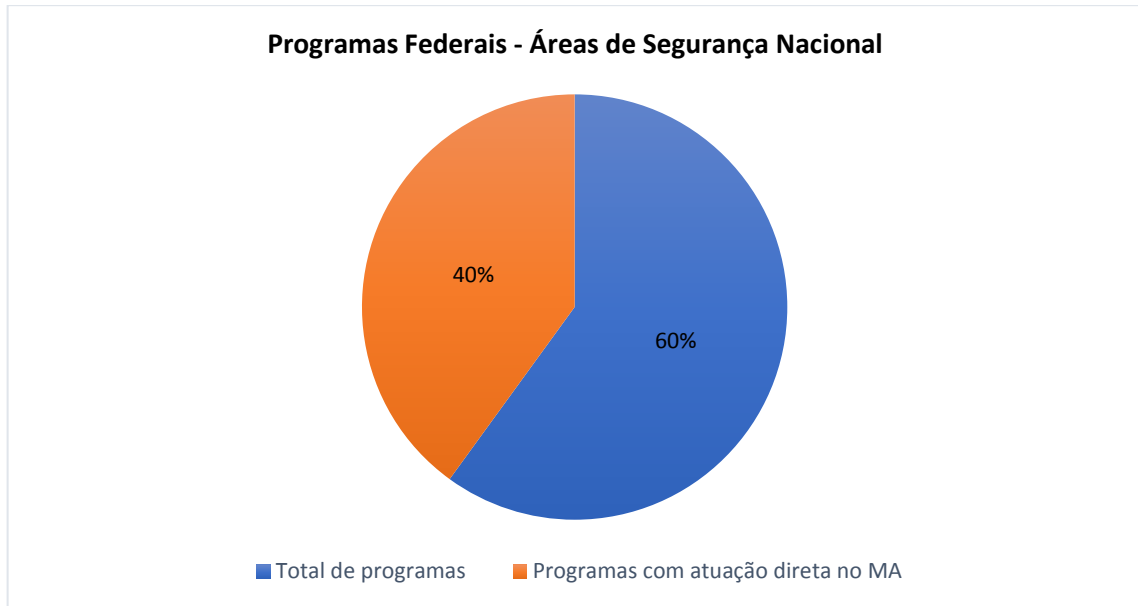
O que se buscou, por parte da lógica dos militares e do Estado, foi dar legitimidade para um processo de usurpação do território de centenas de famílias sob

a justificativa de ser um mal necessário, já que existia teoricamente um objetivo maior, qual seja a comercialização no mercado aeroespacial.

Quase 40 anos foram transcorridos e até agora tudo que se tem observado são os esforços quase que sobrenaturais dos militares, neodesenvolvimentistas e planejadores do CLA em continuar seu projeto de expansão. Isso inclusive pode ser demonstrado pelos acordos estabelecidos pelo atual governo com os Estados Unidos em relação à retomada dos projetos aeroespaciais em Alcântara. Desse modo, o Estado, utilizando de um arsenal de órgãos – desde o Ministério da Aeronáutica, Defesa até mesmo o Gabinete de Segurança Institucional (GSI), procura formas para fazer a desocupação de outras áreas onde residem - e resistem - as famílias camponesas não remanejadas até então. Existem aqui interesses completamente distintos e antagônicos, onde de um lado estão aqueles simpatizantes e defensores do comércio aeroespacial e do outro se encontram as comunidades remanescentes de quilombos.

Na esfera federal, a pesquisa identificou a existência de 3 programas com 17 ações voltadas para a Política Espacial, a Ciência e Tecnologia e Defesa Nacional. É importante destacar que não foram encontradas ações para lidar com as consequências da implantação do Centro de Lançamento de Alcântara sobre os territórios tradicionais do município em questão. Existem 2 programas com atuação direta no Maranhão, com foco na Política Espacial e na Defesa Nacional. Não há programas estaduais direcionados especificamente para o Centro de Lançamento de Alcântara.

Gráfico 7 - Programas federais para áreas de segurança nacional e sua atuação no Maranhão



Fonte: Elaborado pelos autores (base: Portal da Transparência, 2019)

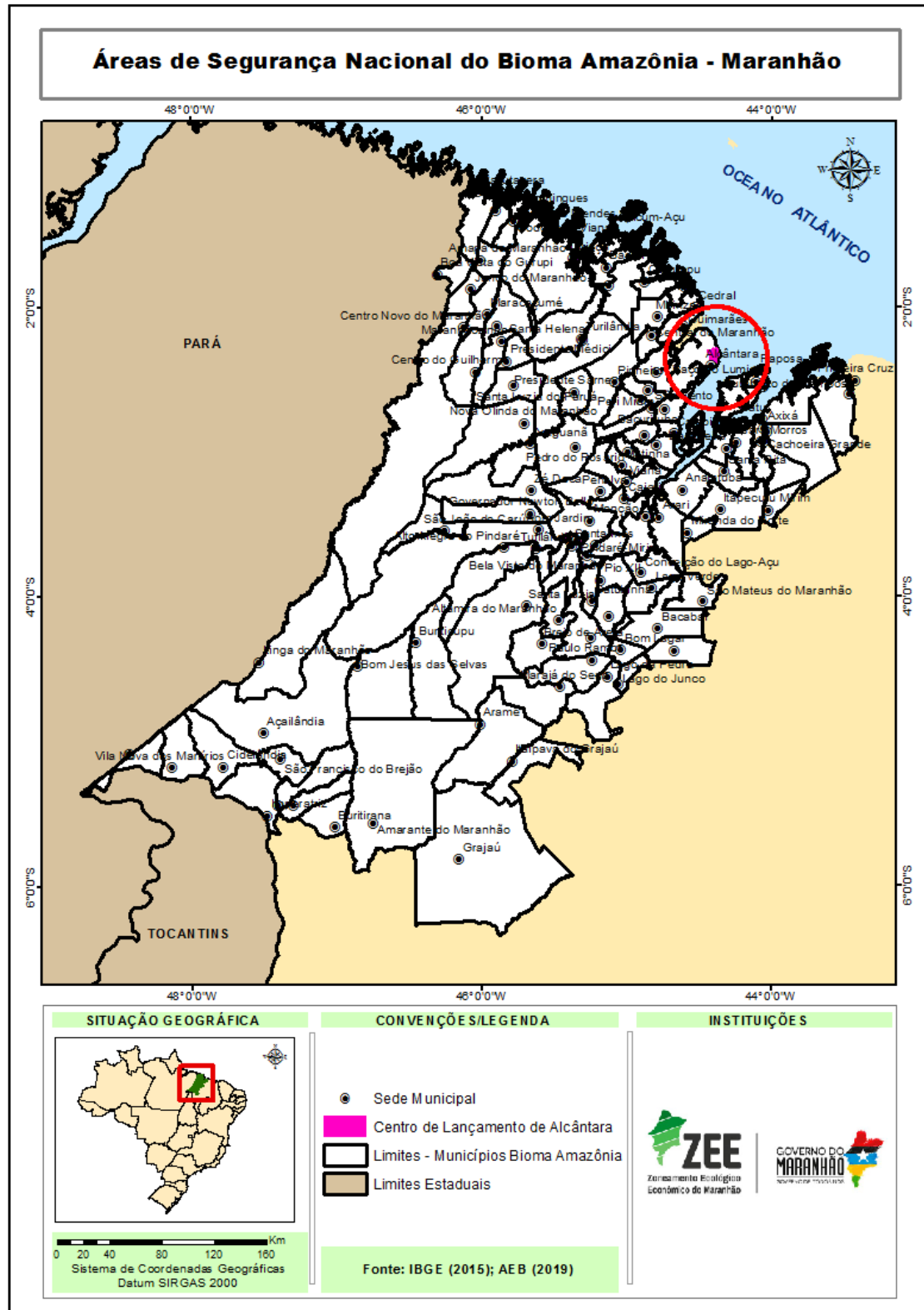
Na Área de Segurança Nacional, que abrange o Centro de Lançamento de Alcântara, das instituições públicas e organizações da sociedade civil, foram identificados como principais interventores na gestão do território, três órgãos federais, cuja atuação está voltada para diferentes áreas, a citar: Defesa Nacional; Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações; e Relações Exteriores. No âmbito de ação direta destaca-se o Ministério da Defesa Nacional, que possui uma unidade descentralizada da Aeronáutica localizada no município. Como fragilidade, se destaca a não atuação dos poderes estadual e municipal na gestão da área de segurança nacional, até pelo fato da demarcação desse espaço definir que sua influência é de ação exclusiva da Força Nacional que, apesar das restrições a nível local, busca consolidar relações internacionais dadas as condições estratégicas geograficamente para o comércio aeroespacial. A atuação de instituições estaduais e municipais ocorre externamente e independente da presença de Área de Segurança Nacional, na oferta de elementos de infraestrutura de serviços públicos para a população que reside em comunidades próximas, marcados por inúmeros conflitos e segregação.

Nessa região existem diversas formas de articulação da sociedade civil para reivindicar seus direitos e a sua manutenção na ocupação desse espaço. Além das Associações por povoados, o município conta com a ampla articulação do Movimento dos Atingidos pela Base Espacial de Alcântara (MABE), que tem atuado

junto à população local no enfrentamento das pressões inerentes aos interesses da expansão da área da Base e a consequente expulsão das famílias do seu território. O fator adicional aos conflitos se dá no caráter etnoterritorial, com a presença marcante de comunidades de remanescentes quilombolas, que tem a questão identitária relegada a meras implicações de regularização na demarcação e posse de terras, que também representam aspectos primordiais na caracterização das áreas institucionais quilombolas. Além dessa articulação mais local, existem aproximadamente 6 organizações que atuam em apoio ao tema, cujas principais são o Centro de Justiça Global, a Sociedade Maranhense de Direitos Humanos (SMDH), o Centro de Cultura Negra do Maranhão (CCN), o Movimento Quilombola do Maranhão (MOQUIBOM) e a Associação das Comunidades Negras Rurais Quilombolas do Maranhão (ACONERUQ), como forma de manter uma rede mais articulada na busca por direitos e a manutenção da tradição desses povos, além da comunidade acadêmica que realiza pesquisas antropológicas e com base nas ciências sociais.

Portanto, cabe refletir sobre o papel das instituições públicas voltadas à gestão de Áreas de Segurança Nacional como aspecto adicional à articulação dos interesses locais, que têm sido excluídos de políticas para o desenvolvimento social, tecnológico e econômico, entendidas como questões aplicáveis e impulsionadas pela presença do Centro de Lançamento de Alcântara.

Figura 9 - Mapa das Áreas de Segurança Nacional do Bioma Amazônia – Maranhão



Fonte: Adaptado da AEB (s.d)

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação jurídica e institucional das áreas legalmente constituídas no Bioma Amazônico do Maranhão indica a necessidade geral de fortalecimento de políticas públicas voltadas para a proteção e fortalecimento das diferentes realidades analisadas. A seguir, elencamos de forma sintética proposições de ações institucionais para cada uma das áreas analisadas.

4.1 Cartografia

Implementar política de demarcação cartográfica das áreas institucionais do Bioma Amazônia através do levantamento detalhado dos seus limites e marcos, buscando a melhor organização do espaço por meio da delimitação precisa de tais áreas;

Implementar política de capacitação de gestores estaduais e municipais e de comunidades para o uso de geotecnologias, visando promover a formação continuada dos servidores públicos e de lideranças comunitárias e a produção de análises espaciais das áreas institucionais em nível local;

Implementar política de divulgação das bases geoespaciais das áreas institucionais do Bioma Amazônia, visando a criação e implementação de plataforma para armazenamento de todas as bases cartográficas do Bioma;

Possibilitar acesso e análise da plataforma das bases cartográficas do Bioma por diversos níveis de usuários e disponibilização de dados geográficos e ferramentas de navegação, geração de análises, compartilhamento e geração de mapas sob demanda;

Implementar política de efetivação das áreas protegidas no Bioma Amazônia, visando garantir a implementação dos instrumentos de gestão das Unidades de Conservação, ampliando a efetividade desta modalidade de área institucional.

4.2 Jurídico

Fortalecer a política federal – apoiada pelo estado e municípios - de regularização fundiária para terras quilombolas e assentados, posto que tais ações

têm se mostrado onerosas, ineficientes e distantes dos reais interesses dos sujeitos detentores desses direitos.

Descentralizar a ação da FUNAI através de unidades regionais mais compatíveis com a realidade e interesses das diversas etnias indígenas.

Construir política de conscientização em relação aos direitos das populações indígenas.

4.3 Planos, Programas e Projetos

4.3.1 Terras Indígenas, Comunidades Quilombolas e Assentamentos:

- a) Valorizar a capacidade produtiva agrícola visando comercialização de artesanato e culinária em restaurantes populares e feiras regionais;
- b) Fomentar e intensificar cadeias produtivas locais com financiamento de máquinas e sementes para diversificação de plantio e fortalecimento da comercialização;
- c) Qualificar a mobilidade das comunidades, possibilitando acesso a serviços e favorecendo escoamento de produção;
- d) Expandir serviços públicos de educação e saúde;
- e) Disponibilizar canal de ouvidoria para acesso da comunidade a dirigentes e representantes legais de forma mais célere, possibilitando acompanhamento de demandas;

4.3.2 Centro de Lançamento de Alcântara, Portos Retroportos, Distritos Industriais

Ampliar a geração de postos de trabalho, oportunizando parcerias, treinamento e capacitação nas áreas de formação, aproveitando a capacidade intelectual dos moradores do entorno;

Manter banco de imagens via satélite para acompanhamento das ocupações das áreas ao longo dos anos, monitorando suas transformações com vistas a melhoria da qualidade de vida, via ações de responsabilidade social e ambiental nas comunidades.

4.4 Instituições Públicas e Organizações da Sociedade Civil

Fortalecer as Organizações da Sociedade Civil através da formação técnica organizada de grupos locais dentro de uma perspectiva de desenvolvimento sustentável;

Implementar política estadual de educação integral da população quilombola, através de cursos técnicos de níveis médio e básico de ensino, ausentes ou com mau funcionamento em muitas comunidades;

Desenvolver o potencial de associações e cooperativas para ações de empreendimento coletivo, em parceria com governos municipais e entidades como SEBRAE e SENAI;

Capacitar lideranças comunitárias para atuação em conselhos municipais e outras formas de participação no âmbito institucional;

Valorizar a participação popular nas políticas públicas setoriais e ações de planejamento estratégico dos governos locais;

Implementar ações/atividades de capacitação de gestores e técnicos locais visando planejamento de políticas públicas e atendimento de demandas;

Disponibilizar espaços institucionais para mediação de conflitos de forma itinerante, acelerando processos de certificação e titulação de terras;

Instituir atendimentos periódicos e manter canais de comunicação para informação do andamento das demandas.

REFERÊNCIAS

AEB. Agência Espacial Brasileira. **Centro de Lançamento de Lançamento de Alcântara**. Brasília, [s.d.]

ANTAQ. Agência Nacional de Transportes Aquaviários. **Portos**. Disponível em: <http://web.antaq.gov.br/Portal/PNIH.asp>. Acesso em: 22.06.2019.

ARRUDA, Marcos; CALDEIRA, Cesar. **Como Surgiram as Constituições Brasileiras**. Rio de Janeiro: FASE (Federação de Órgãos para Assistência Social e Educacional). Projeto Educação Popular para a Constituinte, 1986. Sociedade Federativa Brasileira.

BECATINI, G. O distrito marshalliano. In: BENKO, G. e LIPIETZ, A. As regiões ganhadoras. Distritos e redes: **Os novos paradigmas da geografia econômica**. Oeiras: Celta, 1994.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988, 292 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Cadastro Nacional de Unidades de Conservação**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/cadastro-nacional-de-ucs/consulta-por-uc>. Acesso em: 10.06.2019a.

BRASIL. **Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. PPA 2016-2019: Relatório Anual de Avaliação (Sumário Executivo)**. 2016. Disponível em: http://www.planejamento.gov.br/assuntos/planeja/planoplurianual/170719_ppa_sumario-executivo.pdf. Acesso em 24 mar. 2018.

BRASIL. Portal da Transparência. **Programas e Ações**. Disponível em: <http://www.portaldatransparencia.gov.br/programaseacoes/busca/lista?termo=&letralnicial=&pagina=1&tamanhoPagina=10>. Acesso em 27 jun. 2019

BRASIL. Lei no 601, de 18 de setembro de 1850. **Dispõe sobre as terras devolutas do Império**. Rio de Janeiro, 1850. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lim/lim601.htm. Acesso em: 2 jun. 2019.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1967**. Brasília, DF, 1967a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil03/constituicao/constituicao67.htm>. Acesso em: 18 jun. 2019.

BRASIL. **Lei nº 5.371, de 5 de dezembro de 1967**. Autoriza a instituição da "Fundação Nacional do Índio" e dá outras providências. Brasília, DF, 1967b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil03/leis/1950-1969/l5371.htm>. Acesso em: 18 jun. 2019.

BRASIL. **Lei nº 6.001, de 19 de dezembro de 1973**. Dispõe sobre o Estatuto do Índio. Brasília, DF, 1973. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil03/leis/l6001.htm>. Acesso em: 17 jun. 2019.

BRASIL. **Decreto n. 1.775, de 8 de janeiro de 1996**. Dispõe sobre o procedimento administrativo de demarcação das terras indígenas e dá outras providências. Brasília, DF, 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d1775.htm. Acesso em: 2 jun. 2019.

BRASIL. **Decreto Nº 5.051, de 19 de abril de 2004**. Promulga a Convenção no 169 da Organização Internacional do Trabalho - OIT sobre Povos Indígenas e Tribais. Brasília, DF, 2004. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5051.htm. Acesso em: 18 jun. 2019.

BRASIL. **Portaria MJ nº 2.498 de 31/10/2011**. Dispõe que a Fundação Nacional do Índio - FUNAI determinará a intimação dos entes federados cujos territórios se localizam nas áreas em estudo para identificação e delimitação de terras indígenas, por via postal com aviso de recebimento, no prazo de 5 (cinco) dias contados da data da publicação da designação do grupo técnico especializado, nos termos do art. 2º do Decreto nº 1.775, de 1996. Brasília, DF, 2011. Disponível em: <http://www>.

normasbrasil.com.br/norma/portaria-2498-2011_235262.html. Acesso em: 18 jun. 2019.

BRASIL. **Parecer N. 001/2017/GAB/CGU/AGU. Processo: 00400.002203/2016-01.** Interessado: Casa Civil da Presidência da República. Brasília, DF, 2017. Disponível em: <http://www.agu.gov.br/page/atos/detalhe/idato/1552758>. Acesso em: 2 maio 2019.

CARVALHO, Leonardo Aquino. **Introdução ao Estudo das Relações Internacionais.** São Paulo: IOB Thomson, 2007

COELHO, Leonardo Oliveira da Silva. **Terras de Sustança:** resistência quilombola e estratégias de reapropriação de território em Alcântara. São Luís: EDUFMA. 2017. 244 p.

COMISSÃO PASTORAL DA TERRA (CPT). **Conflitos do campo: Brasil 2017.** Disponível em: <https://cptnacional.org.br/component/jdownloads/send/41-conflitos-no-campo-brasil-publicacao/14110-conflitos-no-campo-brasil-2017-web?Itemid=0>. Acesso em: maio de 2018.

OIT / Organização Internacional do Trabalho. **Convenção nº 169 sobre povos indígenas e tribais e Resolução referente à ação da OIT.** Brasília: OIT, 2011 1 v. ISBN: 978-92-2-824257-7 (print); 978-92-2-824258-4 (web pdf).

CPT. Comissão Pastoral da Terra. **Caderno Conflitos no Campo 2018.** Disponível em: <https://www.cptnacional.org.br/>. Acesso em: 17.06.2019.

FAB. **Força Área Brasileira.** Disponível em: <http://www2.fab.mil.br/cla/>. Acesso em: 09 de agosto de 2018.

FCP. Fundação Cultural Palmares. **Certidões expedidas às Comunidades Remanescentes de Quilombos.** Disponível em: http://www.palmares.gov.br/?page_id=37551. Acessado em: 20.06.2019.

FUNAI. Fundação Nacional do Índio. **Terras Indígenas.** Disponível em: <http://www.funai.gov.br/index.php/indios-no-brasil/terras-indigenas>. Acesso em: 08.06.2019.

FUNDAÇÃO CULTURAL PALMARES. **Quadro Geral das CRQs.** Disponível em: <http://www.palmares.gov.br/wp-content/uploads/2013/10/4-quadro-geral-das-crqs-ate-25-10-2013.pdf>. Acesso em 1 de junho de 2019

FURTADO, Marivania Leonor Souza. **Aquilombamento contemporâneo no Maranhão:** estratégias de luta por direitos territoriais quilombolas. Trabalho apresentado na 29ª Reunião Brasileira de Antropologia, Natal/RN, 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA - INCRA. **Informações gerais sobre os assentamentos da Reforma Agrária.** Disponível em: <http://acervofundiario.incra.gov.br/acervo/acv.php>. Acesso em: 22.06.2019.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA - INCRA. **Quilombolas**. Disponível em: <http://acervofundiario.incra.gov.br/acervo/acv.php>. Acessado em: 23.06.2019.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA - IPEA. **Mapas das Organizações da Sociedade Civil**. Disponível em: <https://www.mapaosc.ipea.gov.br/resultado-consulta.html>. Acesso em: março de 2019.

MARANHÃO. Secretaria de Estado do Planejamento e Orçamento. Secretaria Adjunta de Planejamento e Orçamento. **Projeto de Lei do Plano Plurianual 2016-2019 do Governo do Estado do Maranhão** - São Luís 2015. Disponível em: <http://www.seplan.ma.gov.br/plano-plurianual-ppa/>>. Acesso em 24 mar. 2018

MARANHÃO. Portal da Transparência. **Despesas por Programa do Governo**. Disponível em: <http://www.transparencia.ma.gov.br/app/despesas/por-programa#lista>. Acesso em 27 jun. 2019

OLIVEIRA, Eliézer Rizzo de. **De Geisel a Collor**: forças armadas, transição e democracia. Campinas: Papirus, 1994.

SECRETARIA DE ESTADO DE INDÚSTRIA, COMÉRCIO E ENERGIA DO MARANHÃO-SEINC. **Distritos Industriais**. Disponível em: <http://www.seinc.ma.gov.br/distritos-industriais/>. Acessado em: 20.06.2019.



Zoneamento Ecológico
Econômico do Maranhão

IMESC

INSTITUTO MARANHENSE DE ESTUDOS
SOCIECONÔMICOS E CARTOGRÁFICOS

SEPE

SECRETARIA DE ESTADO DE
PROGRAMAS ESTRATÉGICOS

GOVERNO DO
MARANHÃO
GOVERNO DE TODOS NÓS



www.IMESC.MA.GOV.BR