

GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO
SECRETARIA DE ESTADO DO PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO - SEPLAN
INSTITUTO MARANHENSE DE ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS E CARTOGRÁFICOS - IMESC
ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO DO MARANHÃO (ZEE-MA) -
ETAPA BIOMA CERRADO E SISTEMA COSTEIRO

DIVERSIDADE FAUNÍSTICA DO MARANHÃO: AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO, ÁREAS PRIORITÁRIAS, AMEAÇAS E RECOMENDAÇÕES DE AÇÕES PARA SUA CONSERVAÇÃO

DO ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO DO ESTADO DO MARANHÃO (ZEE-MA) - ETAPA BIOMA CERRADO E SISTEMA COSTEIRO (RELATÓRIO TÉCNICO)

INSTITUIÇÕES:

IMESC SEPLAN



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DO
MARANHÃO



FUNDAÇÃO DE APOIO
AO ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO



Serviço Geológico do Brasil



SÃO LUÍS - MA
2022

Essa publicação conta com a parceria entre o IMESC, a UEMA, a SEPIAN, a FAPEAD, a EMBRAPA e a UFMA. As informações emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos e outras instituições vinculadas. Essa publicação está disponível para download gratuito (<http://zee.ma.gov.br/>). É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte.

GOVERNADOR DO ESTADO DO MARANHÃO

Carlos Orleans Brandão da Silva

VICE-GOVERNADOR DO ESTADO DO MARANHÃO

Felipe Costa Camarão

SECRETÁRIO DE ESTADO DO PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO

Luís Fernando Silva

INSTITUTO MARANHENSE DE ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS E CARTOGRÁFICOS

Presidenta

Talita de Sousa Nascimento Carvalho

Diretor de Estudos e Pesquisas

Rafael Thalysson Costa Silva

Diretor de Estudos Ambientais e Cartográficos

José de Ribamar Carvalho dos Santos

UNIVERSIDADES ESTADUAL DO MARANHÃO

Reitor

Gustavo Pereira da Costa

Vice-Reitor

Walter Canales Sant'naa

Pró-Reitora de Graduação

Fabíola de Jesus Soares Santana

Pró-Reitora de Pesquisa e Pós-Graduação

Rita de Maria Seabra Nogueira

Pró-Reitor de Extensão e Assuntos Estudantis

Paulo Henrique Aragão Catunda

Pró-Reitor de Gestão de Pessoas

José Rômulo Travassos da Silva

Pró-Reitor de Planejamento e Administração

Antônio Roberto Coelho Serra

COORDENADORA DO ZEE-MA

Talita de Sousa Nascimento Carvalho

COORDENADOR EXECUTIVO DO ZEE-MA (UEMA)

Paulo Henrique de Aragão Catunda

COORDENADOR TÉCNICO DO ZEE-MA (IMESC)

Luiz Jorge Bezerra da Silva Dias

COORDENADOR DO EIXO DE FAUNA

Tadeu Gomes de Oliveira

EQUIPE TÉCNICA DO FAUNA

Tadeu Gomes de Oliveira
Nivaldo Magalhães Piorski
Gustavo Helal Gnsioroski
Odgley Quixaba Vieira
Amanda Carolina Serejo Saraiva
Arielli Fabrício Machado
Breno Campelo Lima
Carlos Martínez
Celene Sousa Carvalho
Cleuton Lima Miranda
Dante Pava
Denilson Costa Martins
Denise Alves Rodrigues
Eliênê Pontes Araujo
Hauanen Araujo Rocha
João Marcelo da Silva Abreu
João Pedro Mendonça
Jorge Luiz Silva Nunes
Jose Manuel Macário Rebelo
Karen Estefani Conceição dos Santos
Laís dos Santos Everton
Leandro Moraes
Leonardo Victor Soares Pinheiro
Lester Alexander Fox-Rosales
Mateus Souza Tavares
Rayana Diniz da Silva
Renata Soraya dos Santos Pereira
Sara Porto Camargo
Vitor Emanuel Chaves Moura

EQUIPE DE APOIO TÉCNICO – ZEE-MA

Anny Karolyn Oliveira Portela
Janderson Rocha Silva
Vitor Raffael Oliveira de Carvalho

NORMALIZAÇÃO

Dyana Pereira

REVISÃO

Marília de Carvalho da Costa
Nayara da Silva Queiroz
Ilza do Socorro Galvão Cutrim

DIAGRAMAÇÃO

Carliane de Oliveira Sousa

Diversidade Faunística do Maranhão: avaliação da composição, áreas prioritárias, ameaças e recomendações de ações para sua conservação do Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Maranhão (ZEE-MA) - Etapa Bioma Cerrado e Sistema Costeiro (Relatório Técnico) / Tadeu Gomes de Oliveira (Coord.). – São Luís: IMESC, 2022.

208 p: il. color.

ISBN 978-65-87226-44-6

1. Fauna. 2. Conservação. 3. Maranhão. I. Oliveira, Tadeu Gomes de.

CDU: 591.9 (812.1)



Tadeu Gomes de Oliveira
(Coordenador)

DIVERSIDADE FAUNÍSTICA DO MARANHÃO: avaliação da composição, áreas prioritárias, ameaças e recomendações de ações para sua conservação do Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Maranhão (ZEE-MA) - Etapa Bioma Cerrado e Sistema Costeiro (Relatório Técnico)

Autores

Tadeu Gomes de Oliveira
Nivaldo Magalhães Piorski
Gustavo Helal Gnsioroski
Odgley Quixaba Vieira
Amanda Carolina Serejo Saraiva
Arielli Fabrício Machado
Breno Campelo Lima
Carlos Martinez
Celene Sousa Carvalho
Cleuton Lima Miranda
Dante Pava
Denilson Costa Martins
Denise Alves Rodrigues
Elienê Pontes Araujo
Hauanen Araujo Rocha
João Marcelo da Silva Abreu
João Pedro Mendonça
Jorge Luiz Silva Nunes
Jose Manuel Macário Rebelo
Karen Estefani Conceição dos Santos
Laís dos Santos Everton
Leandro Moraes
Leonardo Victor Soares Pinheiro
Lester Alexander Fox-Rosales
Mateus Souza Tavares
Rayana Diniz da Silva
Renata Soraya dos Santos Pereira
Sara Porto Camargo
Vitor Emanuel Chaves Moura

São Luís
2022

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Indivíduo da nova espécie do gênero *Makalata* (rato-de-espinho) registrado para o Maranhão, ocorrendo na grande São Luís e em regiões bastante impactadas..... 13
- Figura 2 – Modelo do banco de dados utilizado 17
- Figura 3 – Esquema da disposição espacial linha de armadilhas para pequenos mamíferos 18
- Figura 4 – Redes de neblina utilizadas para capturas de morcegos 19
- Figura 5 – Técnicas empregadas para detecção de mamíferos de médio e grande porte por meio de armadilha fotográfica (esquerda) e busca por vestígios (direita) 19
- Figura 6 – Iscas-armadilhas de chumaço de algodão embebidos com substâncias aromáticas. À esquerda um macho de *Eulaema meriana* e à direita um macho de *Exaerete smaragdina*, ambos atraídos por iscas de cineol 23
- Figura 7 – Modelo de mapas plotados para estabelecimento de áreas prioritárias..... 27
- Figura 8 – Quadro síntese dos mamíferos do estado do Maranhão 31
- Figura 9 – Pequenos mamíferos do Maranhão. 1 = *Didelphis marsupialis*, 2 = *Didelphis albiventris*, 3 = *Phylander opossum*, 4 = *Thylamys karimii*, 5 = *Caluromys philander*, 6 = *Gracilinanus agilis*, 7 = *Marmosa (Micoureus) demerarae*, 8 = *Thalpomys cf. lasiotis*, 9 = *Wiedomys pyrrhorhinos*, 10 = *Calomys expulsus*, 11 = *Monodelphis domestica*, 12 = *Cerradomys scotti*, 13 = *Thrichomys laurentius*, 14 = *Proechimys roberti*..... 32
- Figura 10 – Mamíferos de médio e grande porte do Maranhão. 1 = *Tamandua tetradactyla*, 2 = *Myrmecophaga tridactyla*, 3 = *Priodontes maximus*, 4 = *Dasypus novemcinctus*, 5 = *Cyclops didactylus*, 6 = *Eira barbara*, 7 = *Lycalopex vetulus*, 8 = *Cerdocyon thous*, 9 = *Speothos venaticus*, 10 = *Nasua nasua*, 11 = *Procyon cancrivorus*, 12 = *Conepatus semistriatus*, 13 = *Galictis cuja*, 14 = *Galictis vitatta*, 15 = *Lontra longicaudis*, 16 = *Leopardus colocola*, 17 = *Herpailurus yagouaroundi*, 18 = *Puma concolor*, 19 = *Leopardus wiedii*, 20 = *Leopardus tigrinus*, 21 = *Leopardus pardalis*, 22 = *Panthera onca*, 23 = *Sapajus apella*, 24 = *Aotus azarae infulatus*, 25 = *Chiropotes satanas*, 26 = *Cebus kaapori*, 27 = *Alouatta caraya*, 28 = *Callithrix jacchus*, 29 = *Saguinus niger*, 30 = *Ozotoceros bezoarticus*, 31 = *Mazama americana*, 32 = *Mazama gouazoubira*, 33 = *Tayassu pecari*, 34 = *Pecari tajacu*, 35 = *Tapirus terrestris*, 36 = *Dasyprocta prymnolopha*, 37 = *Cuniculus paca*, 38 = *Coendou prehensilis*, 39 = *Hydrochaeris hydrochaeris* 33
- Figura 11 – Variação na ocorrência das espécies de mamíferos entre os principais tipos vegetacionais presentes no estado do Maranhão, representados por diferentes cores 35

Figura 12 – As espécies de primatas mais ameaçadas do Maranhão, <i>Chiropotes satanas</i> , <i>Cebus kaapori</i> , <i>Alouatta belzebul</i> e <i>Alouatta ululata</i>	38
Figura 13 – <i>Leopardus tigrinus</i> (pintadinho) e <i>Leopardus colocola</i> (gato-preto) são duas espécies de felinos que apresentam suas populações mais importantes no país dentro dos limites do Parque Estadual do Mirador.....	39
Figura 14 – Quadro síntese das aves do estado do Maranhão	42
Figura 15 – O mutum-pinima (esquerda) e o jacamim-da-costa-preta (direita) são espécies criticamente ameaçadas de extinção fotografadas no seu mais importante reduto, a região do Gurupi.....	45
Figura 16 – O arara-azul-grande (esquerda) e paredões utilizados para nidificação da arara-azul-grande (direita) fotografada na APA das Nascentes do Rio Balsas	49
Figura 17 – Localidades de amostragem de dados primários da herpetofauna no Maranhão e zonas de divisas estaduais, utilizados como base para a elaboração deste diagnóstico. Localidades: (1) São Luís (UTE Porto do Itaqui) (MA); (2) São Luís (LT da UTE Porto do Itaqui) (MA); (2) São Luís (LT da UTE Porto do Itaqui) (MA); (3) Ilha de São Luís (Sítio Aguaí) (MA); (4) Capinzal do Norte (MA); (5) Terra Indígena Mãe Maria (PA); (6) Pico do Papagaio (MA-PA-TO); (7) Esperantina (TO); (8) Buriti do Tocantins (TO); (9) Palmeirante (TO); (10) Estreito (MA); (11) Babaçulândia (MA); (12) Carolina (MA); (13) Tasso Fragoso (MA); (14) Baixa Grande do Ribeiro (PI); (15) Ribeiro Gonçalves (PI); (16) São Raimundo das Mangabeiras (MA); (17) Parque Estadual do Mirador (MA); (18) Benedito Leite/Uruçuí (MA-PI); (19) Barão de Grajaú/Floriano (MA-PI); (20) São Francisco do Maranhão/Amarante (MA-PI); (21) Parnarama (MA); (22) APA do Inhamum - Caxias (MA). Imagem de satélite obtida através do Google Earth (©2015 Google/Landsat/Copernicus).....	88
Figura 18 – Variação na ocorrência das espécies de anfíbios (com base em dados primários) entre os principais tipos vegetacionais presentes no estado do Maranhão, representados por diferentes cores	89
Figura 19 – Variação na ocorrência das espécies de répteis (com base em dados primários) entre os principais tipos vegetacionais presentes no estado do Maranhão, representados por diferentes cores	90
Figura 20 – Padrões de distribuição para a ictiofauna do Estado do Maranhão. A) Maranhão Central; B) Cerrado maranhense; C) Oeste maranhense; D) Amazônia maranhense; E) Planalto maranhense; F) Marinho-estuarino.....	135
Figura 21 – Áreas de ocorrência potencial de espécies de peixes exóticas no Estado do Maranhão	140
Figura 22 – Cladograma mostrando as relações entre os gêneros de Euglossini (Oliveira, 2005) e o grupo externo.....	147

Figura 23 – Pontos de ocorrência de abelhas Euglossini no Maranhão	154
Figura 24 – 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 Gurupi	156
Figura 25 – A ameaça invisível da transmissão de doenças por animais domésticos nas áreas naturais e Unidades de Conservação: cães são fotografados nas mesmas câmeras que os felinos silvestres podem potencialmente impactar > 60% do hábitat utilizado pelo felino silvestre podem potencialmente impactar >60% do hábitat utilizado pelo felino silvestre ameaçado. Várias doenças, como a cinomose, são muito incidentes (>80%) nas populações de cães dentro dos limites do Parque Estadual do Mirador, algumas como calazar, também com potencial impacto nas populações humanas	157
Figura 26 – O raro e ameaçado cachorro-do-mato (<i>Speothos venaticus</i>), registrado na Reserva Biológica do Gurupi (foto à direita), apresenta total perda de pelos, ocasionada provavelmente por sarna. À esquerda indivíduo sadio para efeito comparativo.....	157
Figura 27 – Harpia harpyja adulta e juvenil de <i>Morphnus guianensis</i> , duas espécies no limiar da extinção no Maranhão.....	159
Figura 28 – Os grandes predadores: onça-vermelha e onça-pintada no Parque Estadual do Mirador e na Reserva Biológica do Gurupi	159
Figura 29 – As duas espécies de ungulados ameaçadas de extinção: o queixada (porcão) e a anta têm seus maiores redutos no Maranhão, na Região Amazônica do Gurupi, ambas já desapareceram do cerrado do Parque Estadual do Mirador.....	160
Figura 30 – A espiral da extinção: o que acontece quando as populações se tornam reduzidas	160
Figura 31 – Os 7 de Mirador: o Parque Estadual do Mirador e entorno é uma das áreas protegidas com a maior diversidade de felinos do Brasil, seis destes majestosos animais estão ameaçados de extinção e dois deles têm no parque sua mais importante área protegida no país	162
Figura 32 – Área de sobreposição entre a Terra Indígena Porquinhos dos Canelas-Apsekra e o Parque Estadual do Mirador.....	170

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Número de espécies registradas por categorias de ameaça em nível nacional e internacional	29
Gráfico 2 – Mamíferos maranhenses ameaçados de extinção em nível nacional (MMA) e mundial (IUCN) por categoria de ameaça	37
Gráfico 3 – Números de espécies registradas por categorias de ameaça a nível nacional e global	42
Gráfico 4 – Distribuição das espécies por região biogeográfica no Maranhão	44
Gráfico 5 – Distribuição das espécies ameaçadas de extinção em nível nacional e global por região biogeográfica no Maranhão.....	47
Gráfico 6 – Números de espécies de abelhas Euglossini, de acordo com os gêneros, encontradas no bioma Cerrado, no estado do Maranhão, Brasil	149
Gráfico 7 – Números de exemplares de abelhas Euglossini, de acordo com os gêneros, coletados no bioma Cerrado, no estado do Maranhão, Brasil	149
Gráfico 8 – Espécies dominantes de abelhas Euglossini coletadas no bioma Cerrado, no estado do Maranhão, Brasil.....	150
Gráfico 9 – Números de espécies de abelhas Euglossini encontrados no bioma Cerrado, de acordo com os municípios do estado do Maranhão, Brasil	150
Gráfico 10 – Números de exemplares de abelhas Euglossini coletados no bioma Cerrado, de acordo com os municípios do estado do Maranhão, Brasil	151
Gráfico 11 – Percentagens das áreas naturais (km ²) nas diferentes classes de tamanho de vegetação natural remanescente na porção do Bioma Cerrado no Estado do Maranhão (valores acima da barra referem-se ao número de polígonos de cada classe de tamanho).....	164

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 – Registros amostrais para os diversos grupos taxonômicos avaliados	16
Mapa 2 – Mapa de ponto com localização das espécies de mamíferos prioritários	40
Mapa 3 – Pontos de amostragem das aves ameaçadas utilizados para a modelagem de nicho	50
Mapa 4 – Áreas de maior prioridade de conservação, baseadas na modelagem de adequabilidade de habitat para aves e mamíferos ameaçados de extinção no Estado do Maranhão	166
Mapa 5 – Áreas da maior adequabilidade para aves e mamíferos ameaçados no Estado do Maranhão, em relação às Unidades de Conservação e Terras Indígenas já existentes no estado	167
Mapa 6 – Áreas de alta prioridade para conservação da biodiversidade no Maranhão propostas para integrarem o sistema de áreas protegidas já existentes no estado	169
Mapa 7 – Mapa dos remanescentes de vegetação florestal com potencial para conservação e os corredores biológicos propostos para restabelecimento da conectividade e fluxo gênico ..	172
Mapa 8 – Limites propostos para a Reserva da Biosfera Gurupi-Awá, segundo as análises realizadas neste estudo do ZEE-Amazônia maranhense	173
Mapa 9 – Reserva da Biosfera Gurupi-Awá (proposta) com as Reservas da Biosfera do Cerrado e Caatinga, formando um imenso bloco de conservação unindo Amazônia-Cerrado-Caatinga, necessário para garantir a conectividade, fluxo gênico e viabilidade a longo prazo da biodiversidade no Maranhão	175
Mapa 10 – Mosaico da Reserva da Biosfera Gurupi-Awá (proposta) com as Reservas da Biosfera do Cerrado e Caatinga, formando um imenso bloco de conservação unindo Amazônia-Cerrado-Caatinga	176
Mapa 11 – Cobertura remanescente no Cerrado do Maranhão e complexos de áreas protegidas	177
Mapa 12 – Zonas Prioritárias da Biodiversidade (ZPBs) do Estado do Maranhão	180

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Registros das espécies e grupos avaliados que compõem o banco de dados utilizados para as análises do ZEE Maranhão..... 28
- Tabela 2 – Lista de espécies de anfíbios e répteis do estado do Maranhão, baseada em dados primários obtidos nos levantamentos considerados neste diagnóstico (i.e., incluindo zonas de divisas estaduais), e em dados secundários obtidos na literatura. São apresentados os biomas do estado com ocorrência típica das espécies, status de conservação de acordo com avaliações de fontes de caráter nacional (ICMBIO, 2018) e internacional (IUCN, 2021), o tipo de fonte sustentando o registro, bem como os dados de ocorrência das espécies (X) para cada localidade amostrada, no caso de dados primários (ver Figura 17 para localização geográfica destas localidades). Principais biomas: (AM) Amazônia; (CE) Cerrado; (CA) Caatinga; (MA) Marinho. Status de conservação: (CR) Em perigo crítico; (EN) Em perigo; (VU) Vulnerável; (NT) Quase ameaçada; (DD) Dados deficientes; (LC) Pouco preocupante; (NE) Não avaliado.
..... 74
- Tabela 3 – Classes de tamanho dos polígonos com vegetação natural remanescentes na porção do Bioma Cerrado no Estado do Maranhão..... 164

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS	14
2.1	Objetivo geral	14
2.2	Objetivos específicos.....	14
3	PLANO METODOLÓGICO	15
3.1	Inventários	15
3.2	Mapeamento e classificação de áreas prioritárias à conservação da ictiofauna no Estado do Maranhão	22
3.3	Mapeamento e classificação de áreas prioritárias à conservação da biodiversidade no estado do Maranhão	24
3.4	Estabelecimento das Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade	24
3.5	Integração entre os ZEE Amazônia e ZEE Cerrado	27
4	MACRO-CARACTERIZAÇÃO E AMEAÇAS À FAUNA	28
5	MAMÍFEROS	30
5.1	Ameaças, os Mamíferos Ameaçados, Endêmicos, Raros e de Especial Interesse	35
6	AVES	41
6.1	Distribuição das espécies por região biogeográfica	43
6.2	Amazônia	44
6.3	Cerrado	45
6.4	Zona costeira	46
6.5	Macro avaliação das ameaças à avifauna maranhense	47
	APÊNDICE A	51
7	HERPETOFAUNA	59
7.1	O reconhecimento da diversidade da herpetofauna no Maranhão	61
7.2	Caracterização da herpetofauna ao longo dos gradientes ambientais do Maranhão	64
7.3	As ameaças a diversidade da herpetofauna no Maranhão	71
	APÊNDICE B - Exemplos de espécies de anfíbios e répteis do estado do Maranhão, registradas nos levantamentos considerados neste diagnóstico (i.e., incluindo zonas de divisas estaduais)	91
8	ICTIOFAUNA	100
8.1	Peixes continentais	100
8.1.1	As drenagens maranhenses no contexto das áreas de endemismo para peixes continentais 101	

8.2	Peixes marinho-estuarinos	103
8.3	Macro-caracterização e ameaças à ictiofauna	104
8.3.1	Espécies endêmicas e de relevante valor comercial para os rios do Maranhão	104
8.4	Diversidade de Peixes Cartilagosos na Costa Maranhense	115
8.4.1	<i>Carcharhinus acronotus</i> (Poey, 1860)	115
8.4.2	<i>Carcharhinus falciformis</i> (Müller & Henle, 1839).....	115
8.4.3	<i>Carcharhinus leucas</i> (Valenciennes, 1839).....	116
8.4.4	<i>Carcharhinus limbatus</i> (Valenciennes, 1839).....	117
8.4.5	<i>Carcharhinus obscurus</i> (Lesueur, 1818)	117
8.4.6	<i>Carcharhinus perezii</i> (Poey, 1876)	118
8.4.7	<i>Carcharhinus plumbeus</i> (Nardo, 1827).....	118
8.4.8	<i>Carcharhinus porosus</i> (Ranzani, 1839).....	119
8.4.9	<i>Galeocerdo cuvier</i> (Perón & Lesueur, 1822).....	119
8.4.10	<i>Isogomphodon oxyrinchus</i> (Müller & Henle, 1839).....	120
8.4.11	<i>Rhizoprionodon lalandii</i> (Valenciennes, 1839).....	121
8.4.12	<i>Rhizoprionodon porosus</i> (Poey, 1861)	122
8.4.13	<i>Ginglymostoma cirratum</i> (Bonnaterre, 1788)	122
8.4.14	<i>Sphyrna lewini</i> (Griffith & Smith, 1834).....	123
8.4.15	<i>Sphyrna tiburo</i> (Linnaeus, 1758).....	124
8.4.16	<i>Sphyrna tudes</i> (Valenciennes, 1822).....	124
8.4.17	<i>Sphyrna mokarran</i> (Ruppel, 1837).....	125
8.4.18	<i>Mustelus higmani</i> Springer & Lowe, 1963.....	125
8.4.19	<i>Mustelus canis</i> (Mitchill, 1815).....	126
8.4.20	<i>Narcine brasiliensis</i> (Olfers, 1835).....	127
8.4.21	<i>Pristis pristis</i> (Linnaeus, 1758).....	127
8.4.22	<i>Pseudobatos lentiginosus</i> (Garman 1880).....	127
8.4.23	<i>Pseudobatos percellens</i> (Walbaum, 1792).....	128
8.4.24	<i>Hypanus americanus</i> (Hidelbrand & Schroeder, 1928)	128
8.4.25	<i>Fontitrygon geijskesi</i> (Boseman, 1948)	129
8.4.26	<i>Hypanus guttatus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	129
8.4.27	<i>Hypanus marianae</i> (Gomes, Rosa e Gadig, 2000).....	130
8.4.28	<i>Hypanus say</i> (Lesueur, 1817).....	130
8.4.29	<i>Urotrygon microphthalmum</i> Delsman, 1941.....	130
8.4.30	<i>Urotrygon venezuelae</i> Schultz, 1949.....	131

8.4.31	<i>Gymnura micrura</i> (Bloch & Schneider, 1801).....	131
8.4.32	<i>Aetobatus narinari</i> (Euphrasen, 1790).....	132
8.4.33	<i>Rhinoptera bonasus</i> (Mitchill, 1815)	132
8.4.34	<i>Mobula hypostoma</i> (Bancroft, 1831).....	133
8.4.35	Padrões de distribuição de peixes no Estado do Maranhão	133
8.5	Macro-avaliação da ictiofauna do Estado do Maranhão	136
8.5.1	Endemismos e áreas prioritárias para a conservação.....	136
8.5.2	Áreas relevantes para exploração da pesca	137
8.5.3	Ameaças à ictiofauna maranhense.....	138
9	ABELHAS EUGLOSSINI	146
9.1	Diversidade de espécies de Euglossini (apoidea, apidae) no bioma cerrado do estado do Maranhão	146
9.2	Riqueza e abundância das espécies.....	147
9.3	Distribuição das espécies por municípios	150
10	MACROAVALIAÇÃO DAS AMEAÇAS À FAUNA MARANHENSE	155
11	ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE NO ESTADO DO MARANHÃO	163
11.1	Endemismos e áreas prioritárias para a conservação dos peixes no Maranhão	178
11.2	Zonas Prioritárias à Biodiversidade no Estado do Maranhão	179
12	AÇÕES RECOMENDADAS E ORIENTAÇÕES AOS TOMADORES DE DECISÃO	181
12.1	Conectividade	181
12.2	Recuperação das áreas degradadas	182
12.3	Recuperação das reservas legais	182
13	RECOMENDAÇÕES DE CONSERVAÇÃO E MANEJO	183
	REFERÊNCIAS	185

1 INTRODUÇÃO

A composição de espécies da fauna de uma região está diretamente relacionada à sua cobertura vegetal, assim como, a uma série de fatores de natureza biótica e abiótica relacionadas à sua história evolutiva. 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. A fauna local deve ser considerada como várias peças de uma máquina, cuja remoção de uma, 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 são os dois grupos com maior variedade de espécies ameaçadas no país, por desempenharem várias funções estratégicas, como a polinização e a dispersão de muitas espécies de importância econômica, além da manutenção da diversidade biológica (EMMONS; FEER, 1998). 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; SOULÉ, 1999). Este componente, serve ainda, como excelente medidor da saúde do ecossistema e das funções ecológicas desempenhadas por ele.

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, além da pesca predatória. 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 464,96km² de floresta em 2013, contra 98,8km² 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, isto é, >75% da área já foi completamente desmatada (INPE, 2016).

Na porção do Cerrado Maranhense a perda da cobertura natural foi menor, de cerca de 36%. Entretanto, o Cerrado norte ou MATOPIBA é a área com os mais elevados índices de perda da cobertura vegetal do país, estando os municípios maranhenses à frente no ranking. Dentre os 50 municípios com maior desmatamento do país em 2020, o Maranhão tem cinco, dentre os quais Balsas ocupa a quinta posição do ranking. As taxas de aumento do desmatamento mais recentes (2019 – 2020) encontradas em municípios maranhenses atingem níveis estratosféricos, Balsas 202,1%, Mirador 301,4%, Bendito

Leite 2.877,5% e Parnarama 182% (MAPBIOMAS, 2021). O alto índice de desmatamento registrado no Maranhão está relacionado à pouca atenção do poder público estadual e ao fato de o 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 a fragmentação dos habitats naturais têm 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, a longo prazo, à sobrevivência 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.

É fato que existe um baixo índice de informações levantadas sobre a riqueza biológica e dos recursos naturais maranhenses, mais ainda, se forem consideradas sob o aspecto do conhecimento obtido de forma sistematizada. Portanto, conhecer os componentes dessa 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.

As coletas já realizadas em todo o Estado do Maranhão indicam a existência de novas espécies, de praticamente todos os grupos taxonômicos e a continuidade dos inventários na região, provavelmente, ampliará a lista das espécies (Figura 1).

Figura 1 – Indivíduo da nova espécie do gênero Makalata (rato-de-espinho) registrado para o Maranhão, ocorrendo na grande São Luís e em regiões bastante impactadas



Fonte: Cleuton L. Miranda, 2021.

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.

Para realização dos estudos e compilação de dados relativos à biodiversidade da fauna maranhense, voltados para a elaboração do Zoneamento Ecológico e Econômico do Maranhão, este trabalho objetivou: inventariar e caracterizar a fauna do Estado; determinar as áreas nas quais são encontradas as espécies ameaçadas de extinção e/ou aquelas de especial interesse à conservação; utilizar espécies ou grupos de espécies mais suscetíveis à extinção e aos impactos impostos pelas atividades humanas, como ferramenta para avaliar as áreas prioritárias à conservação e estabelecer as áreas prioritárias à conservação da biodiversidade faunística maranhense.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Realização de estudos e compilação de dados relativos à biodiversidade da fauna maranhense voltados para a elaboração do zoneamento ecológico e econômico dos biomas Amazônia e Cerrado e Costeiro no Maranhão.

2.2 Objetivos específicos

1. Inventariar e caracterizar a fauna das regiões amazônicas e de Cerrado do Estado do Maranhão;
2. Determinar as áreas onde ainda são encontradas as espécies ameaçadas de extinção e/ou de especial interesse à conservação no Maranhão;
3. 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;
4. Estabelecer as áreas prioritárias à conservação da biodiversidade faunística no Estado do Maranhão;
5. Propor as estratégias e ações necessárias à conservação a longo prazo (pelo menos > 1.000 anos) do patrimônio biológico do Estado do Maranhão, incluindo os corredores biológicos e novas áreas protegidas/unidades de conservação.

3 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 do Maranhão.

3.1 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 a 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 (Mapa 1 e Figura 2). O trabalho fez uso dos escassos registros de literatura e de dados de bancos de dados, assim como de inventários não publicados obtidos pela equipe de execução ao longo dos anos de pesquisa no 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.

Mapa 1 – Registros amostrais para os diversos grupos taxonômicos avaliados

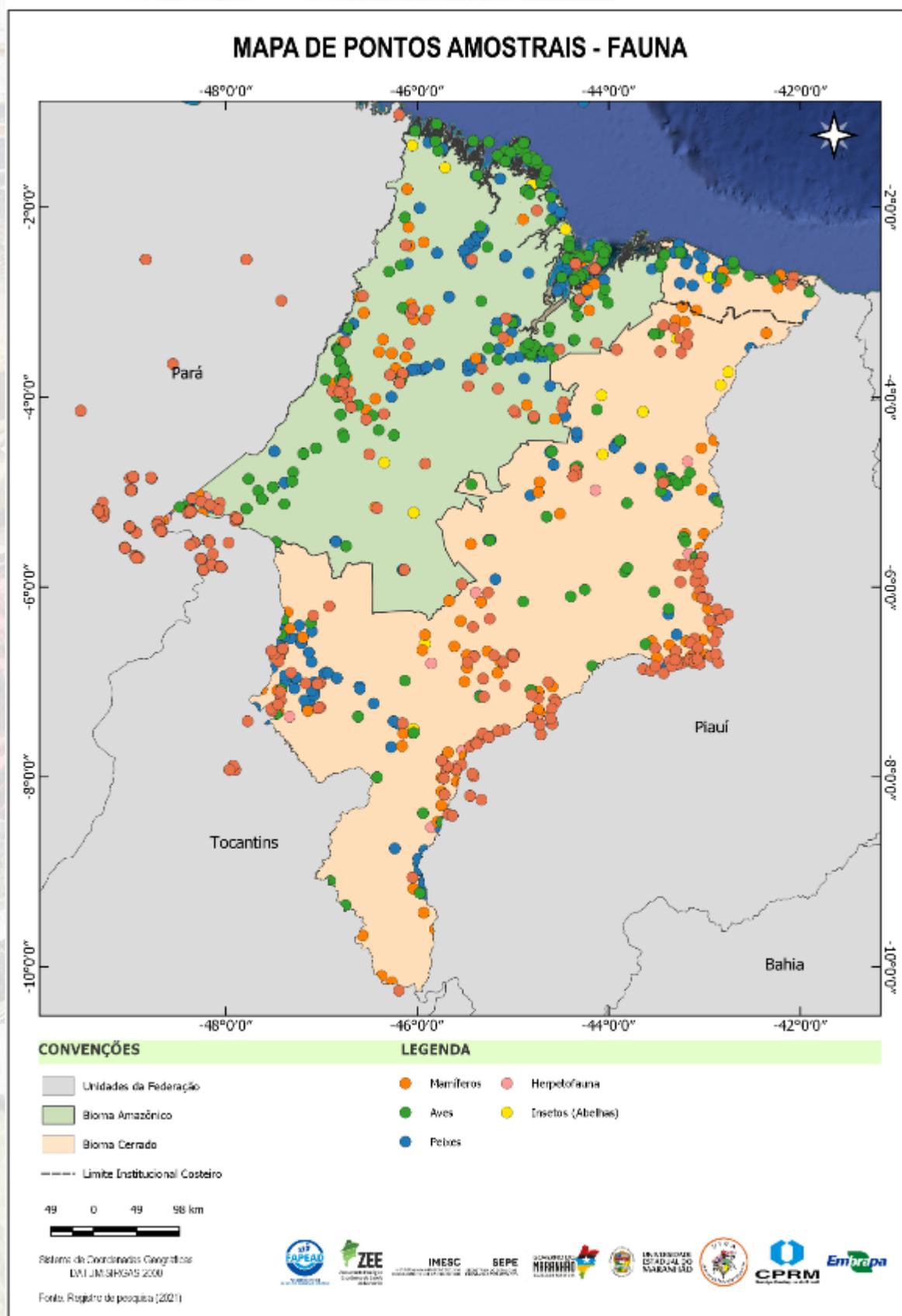


Figura 2 – Modelo do banco de dados utilizado

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
ORDEM	ESPECIES	GENERO	FAMILIA	ORDEM	LAT	LNG	AREA	MUNICIPIO	TAMANHO DA AREA (HA)	
1	1	<i>Pristis pristis</i>	<i>Pristis</i>	Pristidae	Rhinopriformes	4°48'14.75"S	45°22'34.30"O	Baixada	Mearim	N/A
2	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	3	<i>Anchovia surinamensis</i>	<i>Anchovia</i>	Engraulidae	Clupeiformes	3°18'11.82"S	45°9'58.40"O	Baixada	Penalva	N/A
4	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	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	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	7	<i>Pterengraulis atherinoides</i>	<i>Pterengraulis</i>	Engraulidae	Clupeiformes	4°48'14.75"S	45°22'34.30"O	Baixada	Mearim	N/A
8	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	18	<i>Acestrorhynchus heterolepis</i>	<i>Acestrorhynchus</i>	Acestrorhynchidae	Characiformes	3°18'11.65"S	45°9'58.40"O	Baixada	Penalva	N/A
19	19	<i>Acestrorhynchus heterolepis</i>	<i>Acestrorhynchus</i>	Acestrorhynchidae	Characiformes	3°14'11.82"S	45°4'51.10"O	Baixada	Viana	N/A
20	20	<i>Acestrorhynchus heterolepis</i>	<i>Acestrorhynchus</i>	Acestrorhynchidae	Characiformes	3°18'2.25"S	45°11'42.18"O	Baixada	Cajari	N/A
21	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	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	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	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	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	26	<i>Leporinus sp.</i>	<i>Leporinus</i>	Anostomidae	Characiformes	2°39'52.84"S	45°1'47.74"O	Baixada	Pericumã	N/A

Fonte: Elaboração própria.

Metodologia dos inventários de campo utilizada para caracterização da biodiversidade da Amazônia do Maranhão

BD-1 Mamíferos

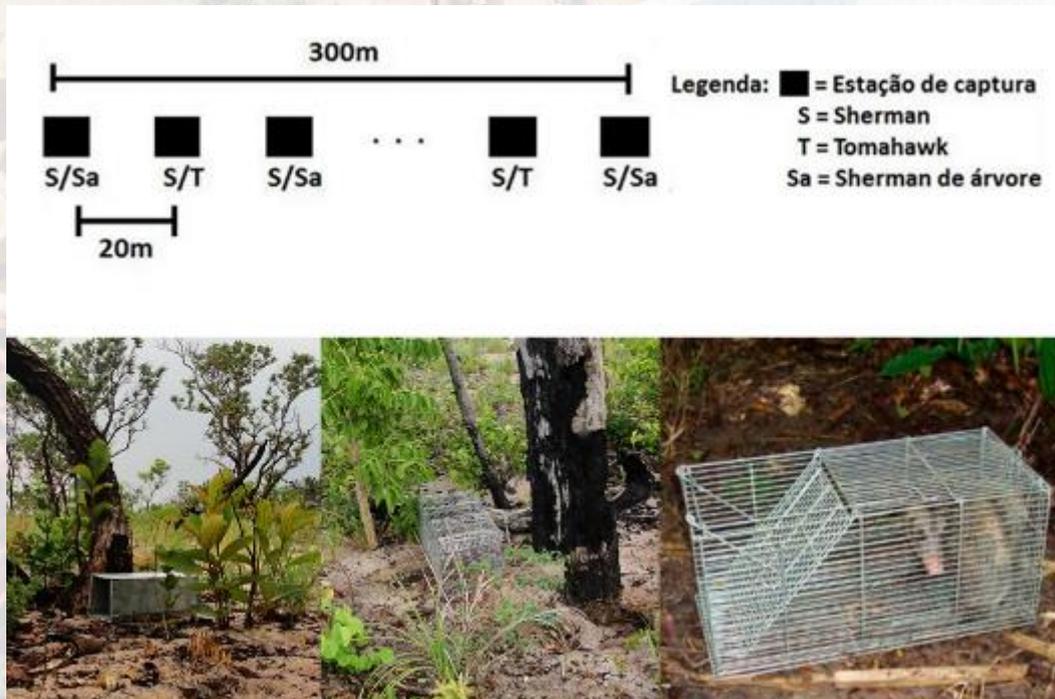
Em função da sua grande variedade de tamanho e hábitos de vida, o estudo dos mamíferos engloba uma série de técnicas complementares, sendo estas as dos pequenos mamíferos (pequenos roedores e marsupiais), quirópteros (morcegos) e os mamíferos de médio e grande porte (edentados, primatas, carnívoros, ungulados, grandes roedores e demais espécies não abordadas nas técnicas dos grupos anteriores). Desta forma, as espécies de mamíferos foram abordadas através de uma série de metodologias por grupo:

Pequenos Mamíferos

A metodologia para levantamento dos pequenos mamíferos fez uso de armadilhas tipo gaiolas (*live-traps*). As armadilhas eram colocadas nos sítios (locais) de amostragem através de linhas de captura (conforme as características logísticas, do terreno e da vegetação). As estações de captura (pontos onde estão as armadilhas) foram estabelecidas a cada 20m, utilizaram armadilhas do tipo Sherman (8x8x23cm – 80 unidades) e Tomahawk (14x14x40cm – 40 unidades), sendo a primeira em cada estação de captura e a segunda em estações alternadas. Nas áreas com dossel fechado foram colocadas também armadilhas do tipo Sherman a 1.5–2.5m de altura na vegetação em estações alternadas às Tomahawk (do chão) (Figura 3). As armadilhas permaneceram ativas por períodos de sete noites consecutivas. Tanto a disposição, quanto a quantidade e período de tempo de permanência das armadilhas segue metodologia padrão para o grupo (ver RAY, 1996; OLIVEIRA *et al.*, 1998).

Os animais capturados foram identificados, medidos, sexados e verificados para condição reprodutiva. A marcação, quando realizada, foi feita pela colocação de brinco. Exemplos de espécies cuja identificação no campo não pôde ser totalmente segura foram coletados para posterior confirmação/identificação. Adicionalmente foram coletadas amostras que servirão para análises genéticas com o intuito tanto de confirmar identificações de táxons reconhecidos, como também de indicar a existência de novas espécies.

Figura 3 – Esquema da disposição espacial linha de armadilhas para pequenos mamíferos



Fonte: Registro da Pesquisa.

Quirópteros

Este grupo foi amostrado através do uso de redes de neblina de 12m de comprimento e malha de 20 mm, dispostas linearmente por área amostral. As redes permaneceram abertas das 18:00 às 00:00h (Figura 4). Para cada ponto amostral as capturas são apenas por uma noite, haja vista não ser recomendada a abertura de redes em um mesmo ponto por mais de uma noite consecutiva, pois os animais aprendem a localização das redes diminuindo drasticamente o sucesso de capturas, não havendo também adição de novas espécies (ver KUNZ; KURTA, 1998; BERGALLO *et al.*, 2003; ESBÉARD; BERGALLO, 2008; OLIVEIRA obs. pess.). Os animais capturados, quando pertinente, foram marcados com anilhas adequadas ao grupo. Exemplos de espécies cuja identificação no campo não pôde ser adequadamente realizada foram coletados para posterior confirmação/identificação.

Figura 4 – Redes de neblina utilizadas para capturas de morcegos



Fonte: Registro da Pesquisa.

Mamíferos de Médio e Grande Porte

A detecção destes animais foi feita através de uma série de técnicas complementares (ver OLIVEIRA *et al.*, 1998; WILSON; DELAHAY, 2001; OLIVEIRA; CASSARO, 2005; OLIVEIRA, 2007; RODRIGUES *et al.* in press). Estas incluem o método de transecção visual para observação direta, assim como busca por vestígios, além de armadilhamento fotográfico. Os vestígios incluíram rastros, tocas, vocalizações, assim como carcaças (Figura 5).

Figura 5 – Técnicas empregadas para detecção de mamíferos de médio e grande porte por meio de armadilha fotográfica (esquerda) e busca por vestígios (direita)



Fonte: Registro da Pesquisa.

Para colocação das armadilhas fotográficas levou em consideração os pontos mais propícios para registro das espécies alvo, notadamente ao longo de trilhas e carreiros naturais (OLIVEIRA; CASSARO, 2005; OLIVEIRA, 2011). As armadilhas foram dispostas a distâncias mínimas de 500m.

BD-2 Aves

A amostragem da avifauna fez uso de técnicas complementares para o registro de espécies de aves associadas aos diversos tipos fisionômicos ocorrentes nos diversos biomas e tipos fisionômicos ocorrentes no Maranhão.

Censo

A metodologia de censo consiste no levantamento qualitativo e quantitativo da avifauna com base nos registros obtidos através dos pontos de escuta e tem como objetivo fornecer uma estimativa da densidade das espécies de aves da comunidade. Cada ponto, geralmente distante 200 metros um do outro ao longo de uma trilha, era amostrado por 10 minutos (CULLEN JR. *et al.*, 2003; SUTHERLAND, 2004), quando era anotado: 1) Dia e hora do início da amostragem; e 2) Espécie e respectivo número de indivíduos registrados em três intervalos de distância do ponto: 0-10m, 10-25 m, e 25-50m. Sempre que possível, a distância aproximada do primeiro contato com um indivíduo/espécie também foi registrada. Aves sobrevoando o ponto foram registradas como tal e não foram enquadradas nos diferentes intervalos de distância a partir do ponto.

Transectos

Os transectos de varredura seguiram (BIBBY, 1992), correspondendo a amostragens livres e divididas em dois períodos: Matutino, iniciadas a partir do amanhecer, e vespertinos (estendidos até o crepúsculo ou à noite), utilizando-se as trilhas e acessos disponíveis para efetuação de caminhadas no interior e na borda das áreas a serem amostradas. Essas transecções foram especialmente importantes no registro das espécies associadas a ambientes aquáticos e alagados, bordas de floresta e áreas muito abertas, onde os censos por pontos são inviáveis ou pouco eficazes.

BD-3 Herpetofauna (grupo dos répteis e anfíbios)

A metodologia utilizada em trabalho prévio ao início do ZEE segue. Cada área foi amostrada com métodos e esforço amostral padronizado, permitindo a comparabilidade dos resultados entre áreas. Serão aplicados os métodos de amostragem de Procura Ativa Visual (V) e Auditiva (A).

O método de procura ativa foi aplicado nos diferentes habitats observados em cada localidade. No percurso, os animais foram detectados visualmente ou auditivamente. Os percursos dos transectos

foram georreferenciados com GPS ajustado em Datum Horizontal SAD'69, registrando posição, altitude, hora de início e término, duração e velocidade média de cada registro visual ou auditivo obtido na amostragem. Os registros visuais e auditivos foram anotados individualmente. As vocalizações das espécies de anfíbios foram registradas em gravador manual com intuito de auxiliar na identificação das espécies; gerar um testemunho dos registros auditivos obtidos e auxiliar a captura de indivíduos importantes através da técnica de "Playback".

BD-4 Ictiofauna

Inventário da Ictiofauna Continental

O levantamento da distribuição das espécies de peixes nos rios do Estado do Maranhão foi realizado, principalmente, através do exame do material disponível na Coleção de Peixes da Universidade Federal do Maranhão (CPUFMA), além do uso de repositórios online para acessar a base de dados de outras coleções (ex. SpeciesLink e GBIF), onde apenas material georreferenciado e identificado por especialistas foram utilizados. Também foi realizada uma análise sobre os dados disponibilizados através de artigos de revisão e de levantamento de espécies, atlas, livros e catálogos.

Nas áreas em que houve necessidade de coletas, estas foram realizadas de acordo com o protocolo descrito a seguir:

As espécies de peixes foram amostradas em rios e riachos de primeira e segunda ordem. Em cada riacho foram selecionados trechos de 50m, onde as extremidades foram bloqueadas com redes de malha fina (5mm entre nós opostos) para evitar a fuga de espécies. Uma terceira rede foi utilizada para reduzir a área de coleta e facilitar o uso dos puçás e peneiras. As redes foram deslocadas no sentido jusante – montante conforme forem sendo realizadas as coletas, até se cobrir completamente o trecho de 50m de riacho.

Nos rios, as amostras de peixes foram obtidas com o emprego de redes de espera, tarrafas, espinhel e covo. Em cada unidade amostral foram utilizadas duas (02) baterias de redes de espera composta, cada uma, por seis redes de 10m de comprimento, com malhas variando de 1 a 6cm entrenós. As redes foram distribuídas ao longo do trecho de forma a cobrir a maior área possível. Cada bateria ficou em atividade por um período mínimo de 12 horas, vistoriadas a cada 3 horas. A fim de reduzir o efeito seletivo das redes de emalhe, utilizaram-se tarrafas com a 1 a 2cm de malha entrenós. Este apetrecho foi empregado após a retirada das redes de espera com um esforço de 20 lances aleatórios a cada 3 horas em um período de 24 horas. Os espinhéis foram utilizados em intervalos de 100m no trecho definido, atuando durante 24 horas. Cada espinhel era constituído por um cordão de 10 a 15m, com

número de anzóis definido pelo pesquisador. Covos de 70cm de comprimento e malha de 1cm foram instalados a cada 10m na unidade amostral. O período de atividade deste aparelho foi de 24 horas, com vistorias a cada 6 horas.

Os espécimes coletados foram fixados com formalina a 10%, acondicionados em sacos plásticos, etiquetados e colocados em galões para transporte. No laboratório foi efetuada a identificação das espécies através de chaves dicotômicas, consultas a especialistas e literatura especializada. Após a identificação, a atualização taxonômica e a classificação das espécies quanto à vulnerabilidade foram realizadas acessando o Projeto Fishbase (FROESE; PAULY, 2021). Os exemplares capturados foram depositados na Coleção de Peixes da Universidade Federal do Maranhão.

Inventário da Ictiofauna Marinho-Estuarino

Informações sobre a ictiofauna marinho-estuarina do Estado do Maranhão foram obtidas a partir dos dados gerados pelos projetos realizados pela equipe do Laboratório de Pesca e Ecologia Aquática da Universidade Estadual do Maranhão, ao longo de seus 20 anos de existência e desenvolvimento de projetos de pesquisa e extensão nas comunidades pesqueiras do estado, como: *Modelo Gerencial de Pesca – RECOS; REVIZEE; Captura, Beneficiamento e cadeia produtiva da frota de emalhe na região norte do Brasil.*

3.2 Mapeamento e classificação de áreas prioritárias à conservação da ictiofauna no Estado do Maranhão

A identificação de áreas prioritárias à conservação da ictiofauna ocorreu a partir da análise de padrões de distribuição das espécies de peixes no estado do Maranhão usando a metodologia proposta por Dagosta e Pinna (2019). De acordo com este método, um padrão de distribuição é formado a partir da sobreposição da distribuição geográfica de pelo menos duas espécies. Duas ou mais espécies podem apresentar padrões repetidos como resultado das condições ecológicas, de fatores históricos ou ambos (DAGOSTA; PINNA, 2019). Dessa forma, a identificação desses padrões pode contribuir para a proposição de áreas de conservação que englobem o maior número possível de espécies. O método utilizado, embora baseado em análise visual, produz informações relevantes, uma vez que devido à heterogeneidade das fontes de dados é impossível o uso de ferramentas de modelagem.

O levantamento das áreas de ocorrência de espécies de peixes com registro para o estado do Maranhão foi realizado acessando informações provenientes de artigos científicos, livros, guias, atlas e outras publicações científicas. Também foi utilizado informações de banco de dados de sete coleções científicas disponíveis através do site *SpeciesLink* (CRIA, 2011): Universidade Federal do Maranhão

(CPUFMA), Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP), Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (MCP), Universidade Estadual de Maringá (NUP), Universidade Estadual de São Paulo – Campus São José do Rio Preto (DZSJRP), Universidade Estadual de Londrina (MZUEL) e Instituto Nacional da Mata Atlântica (MBML).

BD-5 Abelhas Euglossini

Amostras de machos de populações de abelhas da tribo Euglossini foram obtidas nos diversos ambientes dos locais de amostragem tanto nas porções amazônicas quanto de Cerrado do Maranhão. Especificamente dentro do bioma Cerrado, as abelhas foram coletadas em mata de galeria, cerrado sensu stricto, cerradão, mata estacional semidecidual com cocai e cerrado com caatinga.

Em cada local foi estabelecido um transecto de 200 metros e em cada um, 10 pontos de coletas foram distribuídos homogeneamente. Em cada ponto foi instalada uma armadilha que permaneceu ativa durante 10 horas ininterruptas (07:00 h e recolhidas às 17:00 h). As coletas foram realizadas em cada ambiente com iscas-armadilhas aromáticas (Figura 6) de cinamato de metila, eucaliptol, eugenol, salicilato de metila e vanilina (REBÊLO; GARÓFALO, 1993). As armadilhas foram fixadas em galhos de árvores e suspensas a uma altura de 1,5 m acima do solo. Os espécimes coletados foram colocados em câmara letal contendo acetato de etila e acondicionados em sacos plásticos etiquetados com a data e hora da coleta e a substância isca utilizada nas armadilhas. Posteriormente, foram levados ao laboratório identificação ao nível de espécie. Os exemplares foram depositados nas coleções entomológicas do Laboratório de Estudos de Abelhas (LEA) e no Laboratório de Entomologia e Vetores (LEV), ambos da Universidade Federal do Maranhão.

Figura 6 – Iscas-armadilhas de chumaço de algodão embebidos com substâncias aromáticas. À esquerda um macho de *Eulaema meriana* e à direita um macho de *Exaerete smaragdina*, ambos atraídos por iscas de cineol



Fonte: Registro da Pesquisa.

3.3 Mapeamento e classificação de áreas prioritárias à conservação da biodiversidade no estado do Maranhão

Com a geração das bases cartográficas e dos mapas temáticos produzidos por todos os outros temas, foi necessário compatibilizar todos os Planos de Informações para os mesmos formatos e extensões de arquivos, padronizando-se tecnicamente a tipologia dos arquivos cartográficos, facilitando a linguagem de comunicação e de manipulação dos dados entre os diversos pesquisadores do projeto.

Foi estruturado um Modelo de Banco de Dados Geográfico (MBDG), com base em Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para processamento dos dados levantados pela equipe técnica do projeto. O MBDG foi organizado para comportar e processar o conjunto de imagens e de mapas temáticos, proporcionando realizar cruzamentos multitemáticos e ofertar, a partir desses cruzamentos, mapas-síntese, contendo maior potencial de análise dos resultados obtidos.

O Sistema de Informação Geográfica (SIG) realiza o tratamento computacional de dados geográficos e recupera informações, baseado em suas características alfanuméricas e, por meio de tal caracterização espacial, possibilita a visualização gráfica, em multimídia, dos planos de informação na forma de mapas. Trata-se de trabalho contínuo até à conclusão do produto. O banco de dados foi construído utilizando-se os softwares SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas) e Quantum Gis, os quais proporcionam visualizar dados gráficos, com recurso de consultas e pesquisa dos dados.

3.4 Estabelecimento das Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade

Todos os registros que integraram o Banco de Dados foram tratados como únicos em cada ponto de amostragem, independentemente da abundância dessas espécies. Foram modeladas um total de 13 espécies de aves e 11 espécies de mamíferos, todas elas ameaçadas a nível nacional e/ou mundial. Para evitar o efeito do viés de amostragem nos modelos de nicho ecológico, foram gerados arquivos de viés de amostragem, conhecidos como *biasfile*, que refletem a variação no esforço amostral desses registros para ponderar no modelo (ELITH *et al.*, 2010). Esse arquivo será gerado para cada espécie usando o método de estimativa de densidade de kernel através da função kernelUD do pacote adehabitatHR 0.4.16 (CALENGE, 2006) no programa R (R CORE TEAM, 2021).

Variáveis ambientais bioclimáticas atuais de cerca de 1 km de resolução foram compiladas da base de dados do WorldClim 2 (<http://www.worldclim.org/>, FICK; HIJMANS, 2017). Também foram compiladas variáveis ambientais de uso do solo e cobertura vegetal da base de dados do MapBiomas (MAPBIOMAS, 2021) e de ecorregiões (DINERSTEIN *et al.*, 2017). Essas variáveis foram compiladas

para serem usadas para calibrar e testar os modelos, sendo recortadas com base na área de distribuição geográfica conhecida de cada espécie usando os polígonos da União Internacional para a Conservação da Natureza - IUCN (IUCN, 2021), incluindo um buffer de 10 km. Para projetar os resultados dos modelos finais foram usados a extensão geográfica cobrindo a área do Neotrópico (x mínimo: -95; x máximo: -25; y mínimo: -40; y máximo: 24). Todo o tratamento das variáveis foi realizado no programa R (R CORE TEAM, 2021) usando o pacote raster (HIJMANS *et al.*, 2017).

O nível de correlação entre as variáveis foi avaliado pelo teste de correlação de Pearson usando a função cor do pacote stats no programa R 3.6.2 (R CORE TEAM, 2021). A seleção das variáveis não correlacionadas seguiu o procedimento utilizado por Rissler e Apodaca (2007) considerando um limiar de correlação de 0,75. Apenas variáveis com maior relevância biológica para cada espécie foram utilizadas para gerar os modelos finais avaliadas pelos resultados dos gráficos Jackknife gerados em modelos preliminares onde cada variável é testada isoladamente e excluindo cada outra variável, revelando o ganho e perda dos modelos contendo ou faltando cada variável (PHILLIPS, 2006).

Os Modelos de Nicho Ecológico de cada espécie foram construídos usando todos os registros de ocorrência não duplicados de cada espécie, o arquivo de viés de amostragem e as variáveis ambientais não correlacionadas previamente selecionadas com base na relevância para cada espécie. Esses modelos foram construídos usando o MaxEnt v.3.3.3 (PHILLIPS *et al.*, 2007), que é um algoritmo de previsão para conjuntos de dados incompletos (dados de presença apenas) com base no princípio da entropia máxima, assumindo que a melhor aproximação para um desconhecido distribuição de probabilidade é aquela que satisfaz qualquer restrição em sua distribuição (PHILLIPS *et al.*, 2006; ELITH *et al.*, 2011).

Os modelos finais foram gerados usando 10 réplicas independentes, parâmetros padrão do MaxEnt para espécies não ameaçadas de extinção e o método de validação cruzada dos pontos para avaliar o modelo. Para espécies ameaçadas, o parâmetro de regularização beta multiplier foi ajustado para 0.5 para obter uma distribuição mais restrita. Escolhemos a saída logística para a apresentação do modelo no espaço geográfico (distribuição potencial), com cada pixel representando adequação ambiental variando de 0 (representando adequação ambiental mínima) a 1 (adequação ambiental máxima) (PHILLIPS, 2006). O desempenho do modelo será avaliado pelo método AUC (*Area Under the Curve*), considerando o valor limite de $AUC > 0,7$ para aceitar o modelo (PHILLIPS, 2006).

Para a escolha das áreas prioritárias foram criados mapas temáticos construídos utilizando a modelagem de nicho através do software MaxEnt v.3.3.3 para as espécies com dados suficientes presentes na listagem nacional de espécies ameaçadas de extinção (Portarias MMA 444 e 445 de 18 de dezembro de 2014), além daquelas mundialmente reconhecidas pela IUCN (www.iucnredlist.org) e as consideradas endêmicas, raras ou de especial interesse à conservação, como por exemplo, as

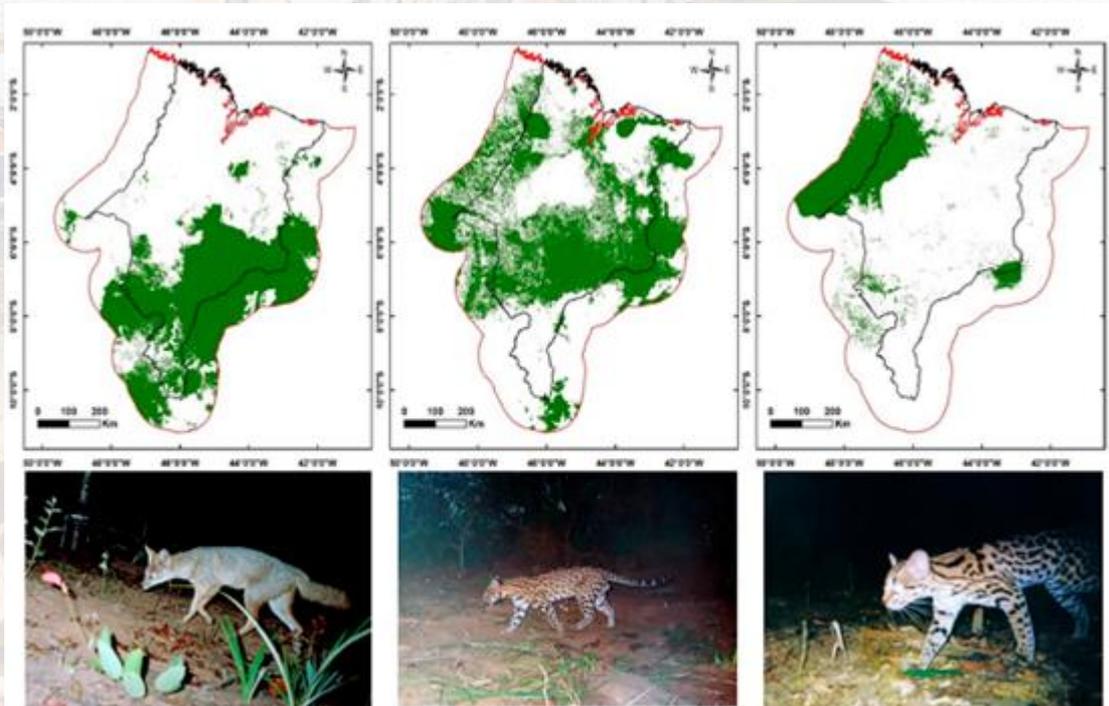
superexploradas. Para gerar os mapas de áreas prioritárias para conservação no estado do Maranhão, os modelos de nicho de cada espécie com valores contínuos de adequabilidade ambiental foram transformados em modelos binários (com valores de presença e ausência) utilizando um valor limite que maximiza a sensibilidade e especificidade nos testes do modelo conforme proposto por Liu e outros (2013). Essa transformação foi realizada usando o pacote R 'raster' (HIJMANS *et al.*, 2017) no programa R versão 3.6.2 (R CORE TEAM, 2021).

A partir disso, os modelos foram sobrepostos e escalonados para variar de 0 a 1 usando o pacote 'raster' (HIJMANS *et al.*, 2017) no programa R versão 3.6.2 (R CORE TEAM, 2021). Posteriormente, esse mapa geral com as distribuições previstas para todas as espécies avaliadas foi recortado para serem consideradas apenas áreas com vegetação remanescente no estado do Maranhão.

Os modelos finais de cada espécie representando as áreas previstas para a ocorrência de cada espécie no Maranhão foram sobrepostos entre si, sendo avaliadas então as áreas de maior probabilidade de ocorrência das espécies ameaçadas usadas no estudo (Figura 7). O mapa resultante da sobreposição dos mapas de presença de todas as espécies foi sobreposto ao mapa de Áreas Protegidas do *World Database on Protected Areas* (UNEP-WCMC; IUCN, 2021). Por fim, o mapa com as distribuições previstas para todas as espécies avaliadas foi recortado considerando os limites das Áreas de Preservação, sendo elas divididas em categorias: áreas em Unidades de Conservação, áreas em Terras Indígenas e em Áreas de Preservação Permanente. Finalmente, foram calculadas as áreas de superfície dentro e fora das áreas já protegidas por lei usando o pacote 'raster' (HIJMANS *et al.*, 2017) no programa R versão 3.6.2 (R CORE TEAM, 2021). Com isso, foram avaliadas as áreas de maior presença prevista para as espécies ameaçadas no Maranhão sem nenhuma proteção ambiental, sendo então estas áreas definidas neste estudo/documento como as Áreas Prioritárias para Conservação.

As ações e recomendações de manejo propostas resultaram da correlação dos resultados obtidos com todos os grupos faunísticos analisados com os impactos e ameaças sobre eles incidentes.

Figura 7 – Modelo de mapas plotados para estabelecimento de áreas prioritárias



Fonte: Registro da Pesquisa. Registros fotográficos: Programa de Conservação Gatos do Mato – Brasil.

3.5 Integração entre os ZEE Amazônia e ZEE Cerrado

Fazer as análises das áreas mais importantes por grupos taxonômicos ou espécies isoladamente por biomas poderia levar a distorções para espécies/grupos de distribuição ampla. Isso só não seria aplicável para as espécies exclusivamente amazônicas ou do Cerrado.

Assim, as análises, isoladamente, seriam consideravelmente alteradas quando comparadas com análises que considerem os dois biomas, simultaneamente. Por essa razão, quando da realização das análises do ZEE Cerrado foi feita uma análise integrada e geral para todo o Maranhão. Do ponto de vista biológico, as análises do componente fauna não apresentariam resultados iguais para as análises realizadas separadamente (ZEE Amazônia + ZEE Cerrado), nem tampouco representariam a situação ideal, quando comparadas com uma análise integrada (ZEE Maranhão). Isto seria notório, principalmente, para a determinação das áreas prioritárias e para aquelas envolvendo modelagem de nicho. As análises comparativas que foram feitas para algumas espécies de ocorrência ampla demonstraram isso. Desta forma, os resultados das análises apresentadas para a porção amazônica do Maranhão poderão ter sofrido alterações na corrente análise integrativa.

4 MACRO-CARACTERIZAÇÃO E AMEAÇAS À FAUNA

O número total de registros utilizados para as análises dos grupos alvos foi superior a 110.000. Considera-se os resultados obtidos bastante expressivos e satisfatórios. Destes, sobressaem-se os das aves, seguidos pelos dos répteis e anfíbios, peixes e mamíferos. Já os grupos das abelhas Euglossini apresentaram uma quantidade bem mais limitada, refletindo maior carência de informações disponíveis deste grupo (Tabela 1). 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).

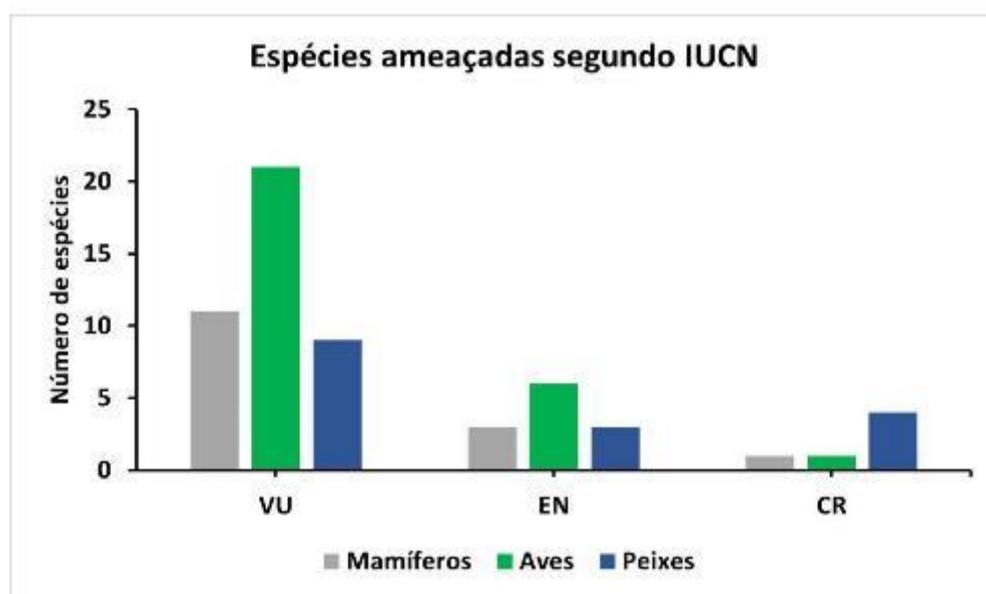
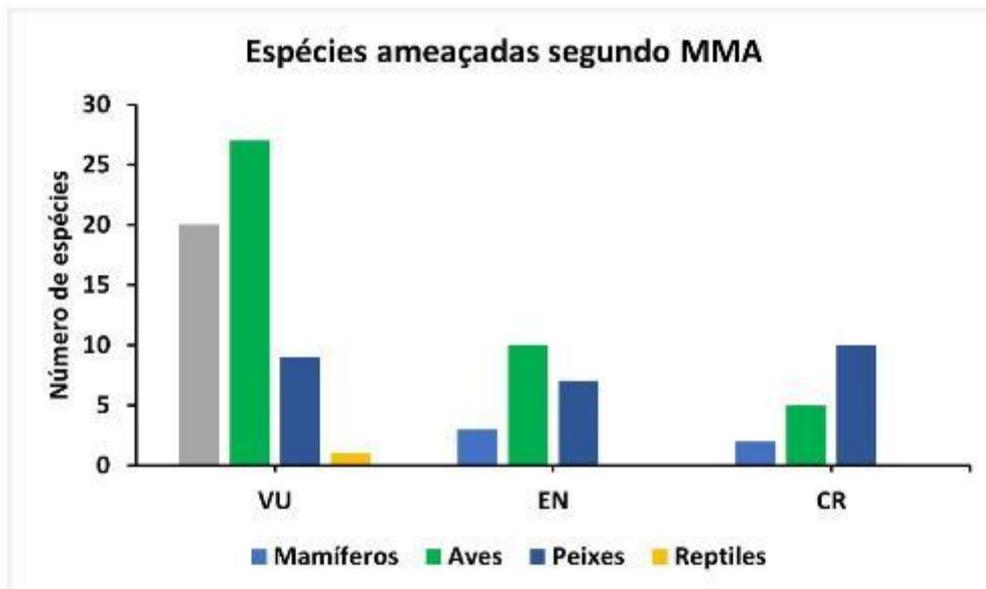
Tabela 1 – Registros das espécies e grupos avaliados que compõem o banco de dados utilizados para as análises do ZEE Maranhão

Grupos	Espécies	Ordens	Famílias	Registros
Mamíferos	157	13	46	1.855
Aves	750	30	89	94.681
Herpetofauna	198	7	37	> 10.000
Peixes	413	30	92	3.401
Abelhas Euglossini	52	1	1	104

Fonte: Elaboração própria.

O número total de espécies ameaçadas de extinção que fazem parte da listagem nacional (MMA, 2014) é de 55 espécies, sendo 16 de mamíferos, 27 de aves e 12 de peixes. Quanto ao status de ameaça há 9 Criticamente em Perigo (CR), 10 em Perigo (EN) e 36 Vulnerável (VU) (Gráfico 1). 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 na caracterização dos grupos).

Gráfico 1 – Número de espécies registradas por categorias de ameaça em nível nacional e internacional



Fonte: Elaboração própria.

5 MAMÍFEROS¹

Segundo Vieira e Oliveira (2020) são 89 as espécies de mamíferos silvestres não-voadores que ocorrem dentro dos limites do Estado do Maranhão. A riqueza de mamíferos não-voadores representa 12,70% da riqueza total proposta por Paglia e outros (2012) e 11,2% do proposto por Quintanela e outros (2020). Um total de 23 espécies (25,84%) estão incluídas na Lista Vermelha Brasileira de animais ameaçados e em perigo de extinção (ICMBio, 2018) (Figura 8). Destas, a ordem Carnívora é a mais representativa (10 espécies), seguida por primatas (5 espécies) e Cetartiodactyla (3 espécies). Com a inclusão das 68 espécies de quirópteros, há um total parcial de 157 espécies de mamíferos em todo o Maranhão (Figura 9 e Figura 10).

Adicionalmente uma série de novas espécies de pequenos mamíferos estão em processo de descrição/publicação/avaliação. Dentre estas temos o rato-de-espinho do gênero *Makalata* na região do médio Parnaíba (LIMA *et al.* in press). Outro gênero de roedor que ocorre nos Cerrados do extremo sul do Maranhão, *Thrichomys* sp. (rabudos ou punarés) muito associados aos afloramentos rochosos podem ser reservatórios naturais da doença de Chagas, portanto de importância médica, ainda precisam ter sua identidade no nível de espécie determinada. Dois grupos de pesquisadores do sudeste do Brasil apresentam posicionamentos diferentes: um grupo acredita que pode se tratar da espécie *T. inermis* que ocorre nos Cerrados do Brasil central e o outro grupo acredita tratar-se de uma espécie ainda não descrita. Portanto, há possibilidade de mais uma nova espécie de roedor para o estado. Outro exemplo importante é o da espécie de marsupial do gênero *Metachirus* (mucura-de-quatro-olhos), existindo duas possibilidades: ou se trata da mesma espécie que ocorre na Mata Atlântica (*Metachirus myosurus*) ou uma espécie nova para ser também descrita. Ambas hipóteses são muito interessantes do ponto de vista evolutivo.

¹ Texto elaborado por Tadeu Gomes de Oliveira, Odgley Quixaba Vieira, Vítor Emanuel Chaves Moura, Renata Soraya dos Santos Pereira, Lester Alexander Fox-Rosales, Breno Campelo Lima, Cleuton Lima Miranda, Denise Alves Rodrigues, Karen Estefani Conceição dos Santos, Celene Sousa Carvalho, Sara Porto Camargo, Mateus Souza Tavares e João Pedro Mendonça.

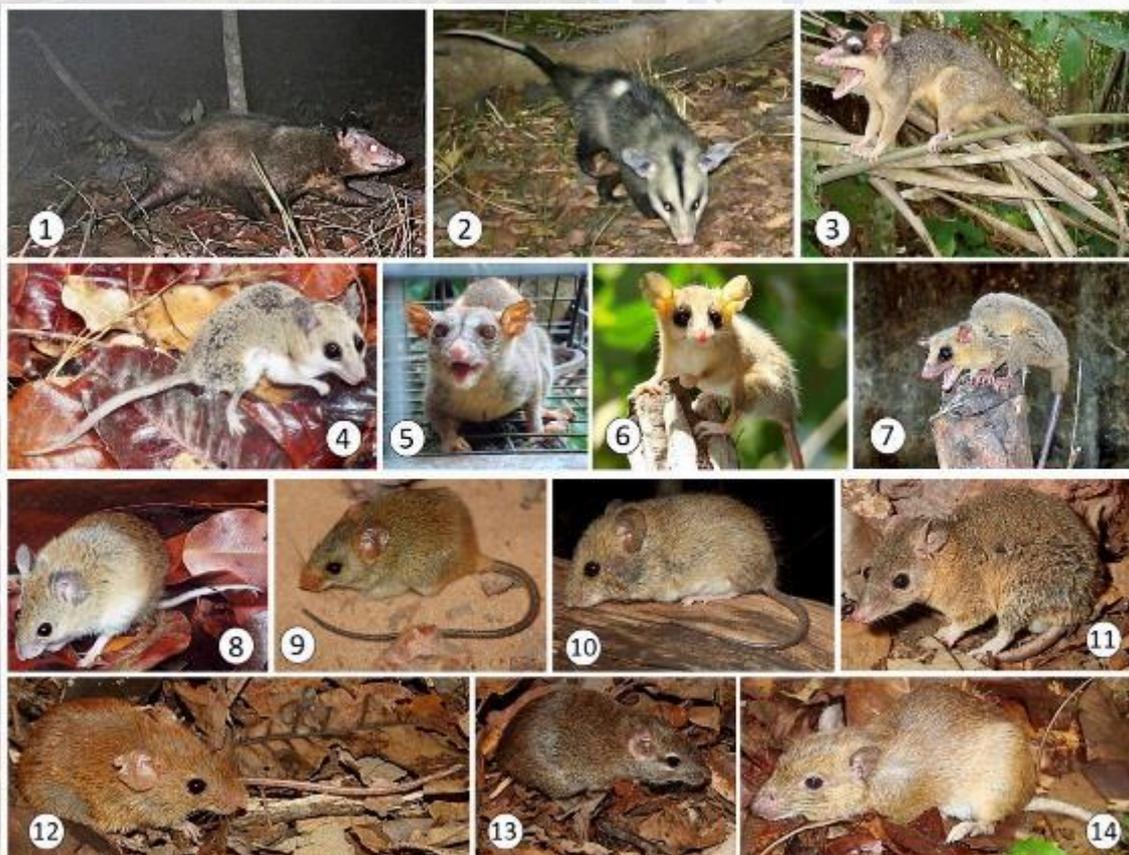
Figura 8 – Quadro síntese dos mamíferos do estado do Maranhão



Fonte: Elaboração própria.

Como pode ser evidenciado apenas considerando alguns grupos de roedores e marsupiais há nova espécie para o estado e potenciais novas espécies ocorrendo nos biomas Amazônia e Cerrado, além das áreas de transição, incluindo a região periurbana de São Luís, e a região do médio Parnaíba, altamente impactadas, ou seja, essas espécies já são descritas com ocorrência para região com expressiva perda de habitats naturais. A continuidade dos estudos certamente trará mais novidades taxonômicas e evolutivas para os grupos citados ou mesmo para outros grupos de mamíferos, principalmente morcegos.

Figura 9 – Pequenos mamíferos do Maranhão. 1 = *Didelphis marsupialis*, 2 = *Didelphis albiventris*, 3 = *Phylander opossum*, 4 = *Thylamys karimii*, 5 = *Caluromys philander*, 6 = *Gracilinanus agilis*, 7 = *Marmosa (Micoureus) demerarae*, 8 = *Thalpomys cf. lasiotis*, 9 = *Wiedomys pyrrhorhinos*, 10 = *Calomys expulsus*, 11 = *Monodelphis domestica*, 12 = *Cerradomys scotti*, 13 = *Thrichomys laurentius*, 14 = *Proechimys roberti*



Fonte: © Vieira e Oliveira (2020).

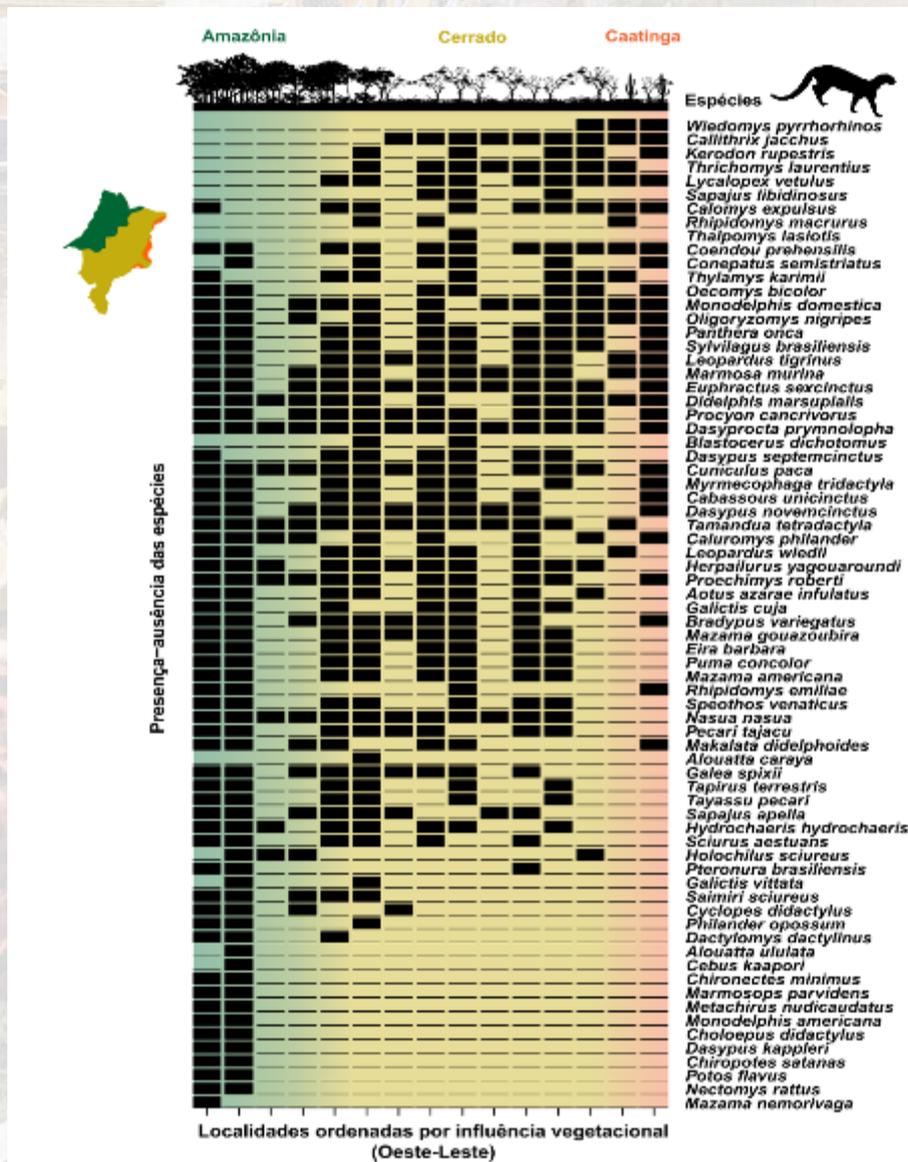
Figura 10 – Mamíferos de médio e grande porte do Maranhão. 1 = *Tamandua tetradactyla*, 2 = *Myrmecophaga tridactyla*, 3 = *Priodontes maximus*, 4 = *Dasyurus novemcinctus*, 5 = *Cyclops didactylus*, 6 = *Eira barbara*, 7 = *Lycalopex vetulus*, 8 = *Cerdocyon thous*, 9 = *Speothos venaticus*, 10 = *Nasua nasua*, 11 = *Procyon cancrivorus*, 12 = *Conepatus semistriatus*, 13 = *Galictis cuja*, 14 = *Galictis vittata*, 15 = *Lontra longicaudis*, 16 = *Leopardus colocola*, 17 = *Herpailurus yagouaroundi*, 18 = *Puma concolor*, 19 = *Leopardus wiedii*, 20 = *Leopardus tigrinus*, 21 = *Leopardus pardalis*, 22 = *Panthera onca*, 23 = *Sapajus apella*, 24 = *Aotus azarae infulatus*, 25 = *Chiropotes satanas*, 26 = *Cebus kaapori*, 27 = *Alouatta caraya*, 28 = *Callithrix jacchus*, 29 = *Saguinus niger*, 30 = *Ozotoceros bezoarticus*, 31 = *Mazama americana*, 32 = *Mazama gouazoubira*, 33 = *Tayassu pecari*, 34 = *Pecari tajacu*, 35 = *Tapirus terrestris*, 36 = *Dasyprocta prymnolopha*, 37 = *Cuniculus paca*, 38 = *Coendou prehensilis*, 39 = *Hydrochaeris hydrochaeris*



Fonte: © Vieira e Oliveira (2020).

A fauna do Maranhão apresenta números bem próximos de espécies associadas aos dois principais biomas do estado, Amazônia e Cerrado, com 65 e 66 espécies respectivamente. Apesar das lacunas de conhecimento, alguns trabalhos já demonstraram que a fauna tende obedecer a um padrão de distribuição excludente entre os biomas como por exemplo entre os primatas *Alouatta belzebul* e *Alouatta caraya* ou *Sapajus apella* e *Sapajus libidinosus* (SILVA JUNIOR, 2002; GREGORIN, 2006). Por outro lado, alguns padrões ainda continuam pouco definidos ou abstratos, dificultando a delimitação de suas áreas de distribuição tal como observado entre os marsupiais *Didelphis marsupialis* e *Didelphis albiventris* (GARDNER, 2008) ou entre os carnívoros *Galictis cuja* e *Galictis vittata* (OLIVEIRA, 2009). As espécies inventariadas em pontos dentro do bioma Amazônico são comumente associadas a este bioma, mesmo que não seja exclusiva deste. O mesmo se aplica as espécies levantadas dentro de pontos do Cerrado (Figura 11). Poucas espécies respeitaram seus limites endêmicos de ocorrência segundo a literatura, tais como *Marmosops (Sciophanes) cf. parvidens*, *Dasypus kappleri*, *Cebus kaapori*, *Chiropotes satanas* e *Mazama nemorivaga*, para ambientes amazônicos. Entretanto, outras espécies classificadas como exclusivas para este bioma, tais como *Didelphis marsupialis*, *Aotus azarae infulatus*, *Sapajus apella*, *Sciurus aestuans*, *Rhipidomys emiliae*, *Echimys chrysurus*, *Makalata cf. didelphoides*, foram registrados fora dos limites propostos da Amazônia para o estado, alcançando o extremo leste, no bioma Cerrado, no Rio Parnaíba, divisa com o Piauí. Espécies que deveriam ocorrer no Cerrado e demais biomas exceto a Amazônia, também apresentam distribuição por todo o estado, desconsiderando os limites propostos, tais como *Gracilinanus agilis* e *Monodelphis domestica*. Já para os mamíferos de médio-grande porte, esses padrões de ocorrências não usuais são pouco observados, haja vista estes possuírem ampla distribuição geográfica, ocorrendo em praticamente todo o território maranhense. Entretanto cabe ressaltar que são poucos os refúgios para muitas espécies, notadamente Reserva Biológica do Gurupi para alguns primatas restritos e ameaçados, assim como Parque Estadual do Mirador e a extremidade sul às margens do Rio Parnaíba, regiões estas que concentram uma enorme diversidade biológica fruto da grande variedade de ambientes. Cabe destacar que a distribuição de espécies entre ambientes florestais e savânicos pelo estado é um testemunho de movimentos de expansão e retração das formações florestais durante um passado recente no continente sul-americano.

Figura 11 – Variação na ocorrência das espécies de mamíferos entre os principais tipos vegetacionais presentes no estado do Maranhão, representados por diferentes cores



5.1 Ameaças, os Mamíferos Ameaçados, Endêmicos, Raros e de Especial Interesse

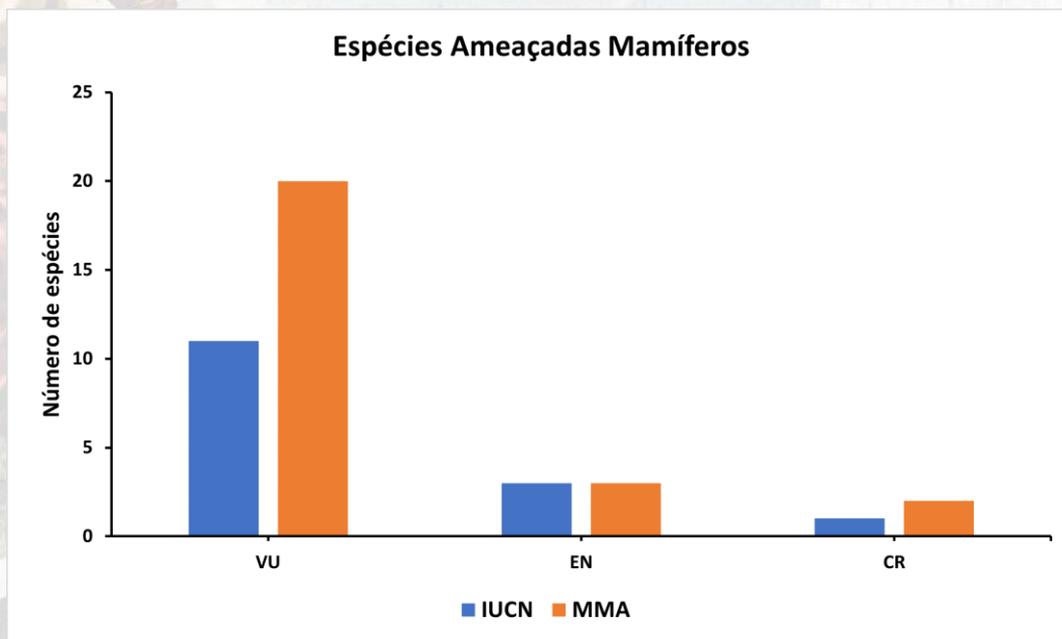
De maneira geral, entre as maiores ameaças por que passam os mamíferos do estado estão a perda e fragmentação dos habitats, além de suas degradações (IUCN, 2020). A perda está em maior ou menor escala associada à formação de pastos para criação de gado ou para plantio, enquanto a degradação das matas está associada à exploração irracional da madeira e mineração. Para espécies restritas, caso de alguns primatas, a principal ameaça é a perda de habitat, principalmente das florestas do estado, considerando-se o histórico de destruição nos últimos 30 anos, o aumento da densidade populacional humana e o mais alto nível de desmatamento e degradação de habitat em toda a Amazônia brasileira. A expansão de rodovias, da agropecuária e a implantação de hidrelétricas completam o quadro

de devastação generalizada das áreas florestais do estado (VEIGA, 2008; BUSS *et al.*, 2014; ICMBio, 2016). Já no Cerrado a perda de habitat deve-se ao desenvolvimento agrícola de soja e pecuária, provocando isolamento de populações e aumentando a pressão de caça. O fogo, elemento natural do Cerrado, também representa uma grande ameaça, uma vez que muitas espécies são suscetíveis a incêndios por frequentarem áreas de pastagem ou de plantio (KLINK; MACHADO, 2005; MACHADO, 2016). A caça excessiva, tanto para aproveitamento da carne quanto para controle de predadores, assim como as doenças transmitidas por animais domésticos, numa menor escala, também representam ameaças a algumas espécies (FEIJÓ; LANGGUTH, 2013; SUPERINA *et al.*, 2014). A caça é, na maioria das áreas, amplamente difundida e altamente impactante no estado de conservação de uma grande parcela das espécies (MARINHO-FILHO; REIS, 2008). Esta atividade é uma das principais causadoras de declínios populacionais de porcos-do-mato, veados, pacas, tatus, dentre outras espécies. A presença de animais domésticos é um outro fator antropogênico negativo, devido à possibilidade de transmissão de doenças às populações naturais. Em muitas áreas, uma combinação destas ameaças está presente ao mesmo tempo (OLIVEIRA, 2014).

Um total de 26 espécies (16,6%) são consideradas nacionalmente e/ou globalmente ameaçadas de extinção (Gráfico 2). Destas, 10 (38,5%) são da Ordem Carnívora, das quais 6 (23,1% do total ameaçado) são felinos. De extrema relevância à conservação, em 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 satanas*) (Figura 12). Também de extrema relevância está no fato de o Maranhão ter sido apontado e confirmado como a área prioritária mais importante para a conservação mundial do globalmente ameaçado de extinção *Leopardus tigrinus* (gato-do-mato, pintadinho), o Parque Estadual do Mirador (PAYÁN; DE OLIVEIRA 2016; DE OLIVEIRA *et al.*, 2020). Esta é correntemente a única espécie de carnívoro considerada ameaçada de extinção na categoria: em perigo no Brasil (OLIVEIRA *et al.*, 2018). Este parque também aparenta ser área chave para a conservação de outro felino, *Leopardus colocola* (gato-preto) (Figura 13). O Maranhão também detém a área mais importante para a conservação de *Trichechus matacus* (peixe-boi-marinho), pois cerca da metade da população brasileira desta espécie estaria na área da baía de São José. Outra espécie aquática da zona costeira, *Sotalia guianensis* (boto-cinza), estaria em situação mais segura na categoria Vulnerável. Dentre os edentados ameaçados, tanto *Myrmecophaga tridactyla* (tamanduá-bandeira) quanto *Priodontes maximus* (tatu-canastra) aparentam ser bastante raros e estão em situação precária no Estado. Já *Tolypeutes tricinctus* (tau-bola), característico do Cerrado e Caatinga, pode estar extinto no Maranhão, não havendo nenhum registro devidamente confirmado há muito tempo. Já nos carnívoros, a situação mais crítica é a de *Pteronura brasiliensis* (ariranha), a qual chegou 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. Ainda dentre os carnívoros, o *Chrysocyon brachyurus* (lobo-guará) tem seu limite de distribuição geográfica mais ao norte do Maranhão, onde está restrito às áreas de Cerrado mais ao sul e sudoeste do Estado. Dos ungulados a situação mais precária aparenta ser a de *Blastocerus dichotomus* (suçupara, cervo-do-pantanal), a qual aparenta ter números bem exíguos e em áreas restritas do Cerrado, nas porções mais do extremo sul, na área do Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba. Todas essas áreas mencionadas são de grande importância para a conservação de mamíferos prioritários no Estado (Mapa 2).

Gráfico 2 – Mamíferos maranhenses ameaçados de extinção em nível nacional (MMA) e mundial (IUCN) por categoria de ameaça



Fonte: Elaboração própria.

Figura 12 – As espécies de primatas mais ameaçadas do Maranhão, *Chiropotes satanas*, *Cebus kaapori*, *Alouatta belzebul* e *Alouatta ululata*



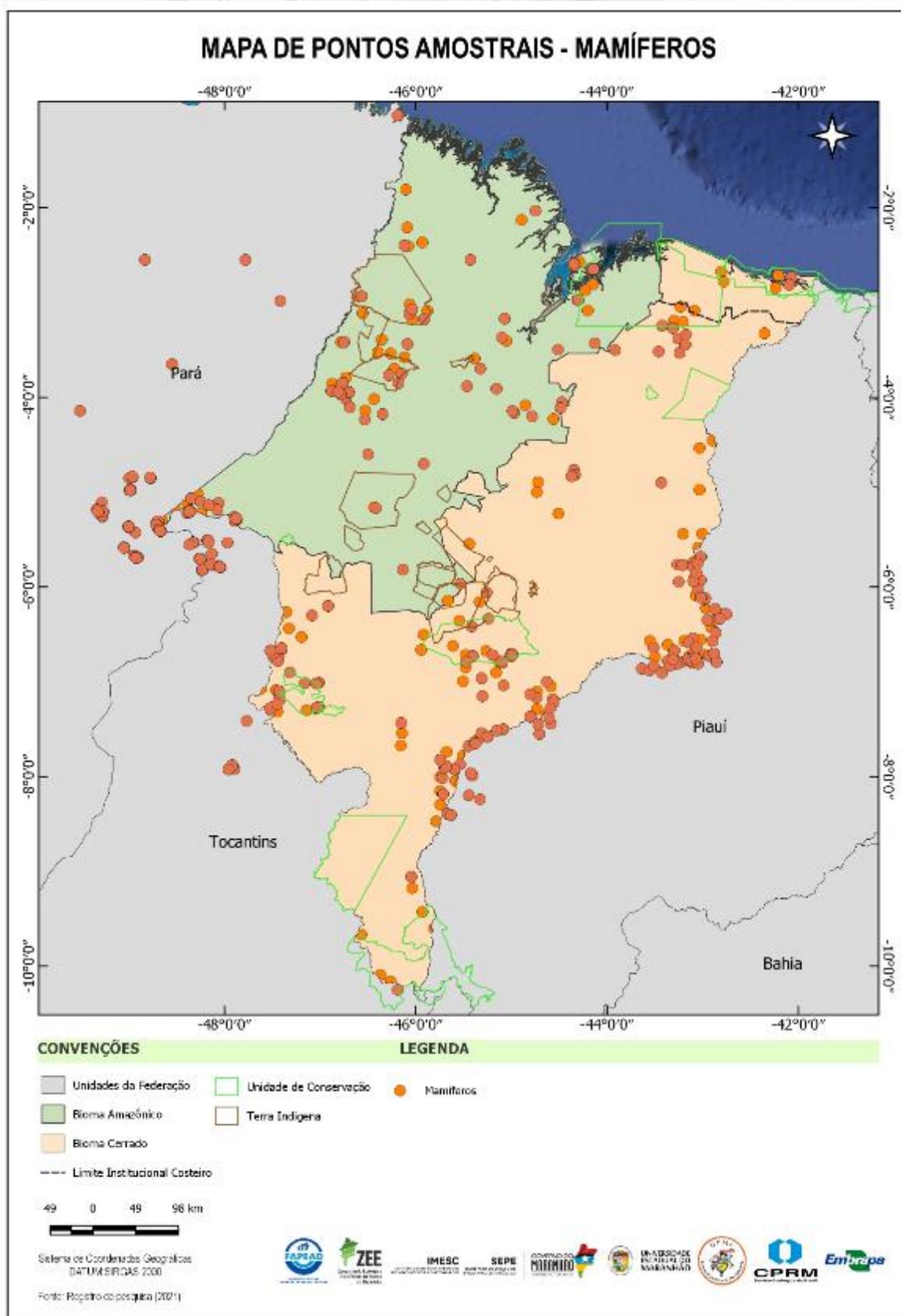
Fonte: Tadeu G. de Oliveira e Gonzaga.

Figura 13 – *Leopardus tigrinus* (pintadinho) e *Leopardus colocola* (gato-preto) são duas espécies de felinos que apresentam suas populações mais importantes no país dentro dos limites do Parque Estadual do Mirador



Fonte: Programa de Conservação Gatos do Mato – Brasil.

Mapa 2 – Mapa de ponto com localização das espécies de mamíferos prioritários



6 AVES²

O número total de registros utilizados para as análises dos grupos das aves foi de 94.680. Esse número de registros extremamente superior aos outros grupos deve-se aos dados de décadas de amostragem dos pesquisadores participantes, mas também dados da “Ciência-cidadã” quando observadores de aves amadores depositam suas observações documentadas em plataformas digitais como Wikiaves (WIKIAVES, 2021) e e-Bird (E-BIRD, 2021). Entre as 735 espécies com ocorrência no Maranhão (ALTEFF *et al.*, 2019; CARVALHO *et al.*, 2020; GONSIOROSKI *et al.*, 2020; DA SILVA; DE MELO; UBAID, 2021; PINHEIRO *et al.*, 2021), 52 spp. estão nas listas nacional e/ou global de espécies ameaçadas de extinção. Um total de 47 spp. espécies são endêmicas do Brasil, 30 spp. representam espécies endêmicas da floresta amazônica, 11 são endêmicos do Cerrado e 9 são endemismos da Caatinga (CARVALHO *et al.*, 2020). Entre as mais ameaçadas estão as 19 spp. que são endêmicas da Área de Endemismo de Belém (GONSIOROSKI *et al.*, 2020) (Figura 14).

Estes registros evidenciam um elevado número de espécies de aves ameaçadas de extinção, na lista nacional temos 38 spp. sendo: quatro Criticamente ameaçadas (CR), sete Em perigo (EN) e 27 Vulnerável (VU) (ICMBIO/MMA, 2018). No que concerne à lista vermelha mundial temos 32 ameaçadas, sendo: duas CR, seis EN e 22 VU (Gráfico 3). Além de 22 espécies sobre o critério *Quase ameaçado* na lista mundial (IUCN, 2020).

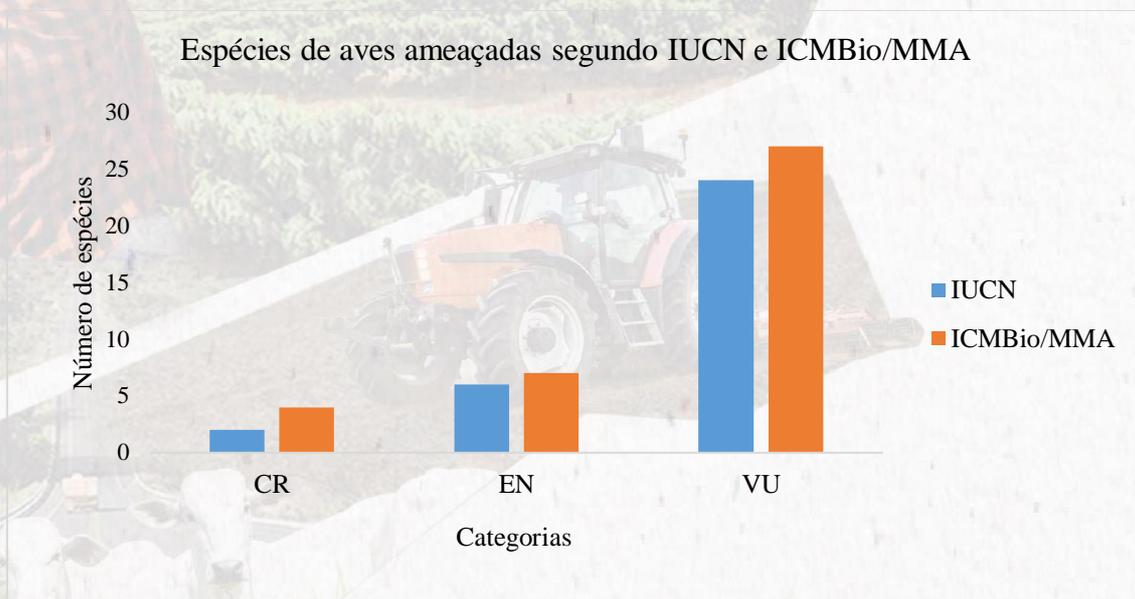
² Texto elaborado por Gustavo Helal Gonsioroski e Leonardo Victor Soares Pinheiro.

Figura 14 – Quadro síntese das aves do estado do Maranhão



Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 3 – Números de espécies registradas por categorias de ameaça a nível nacional e global



Fonte: Elaboração própria.

Ressalta-se a alta riqueza de aves do Maranhão que é o oitavo estado com maior território, possui a terceira maior riqueza de aves, comparando com os estados brasileiros que possuem checklist da sua avifauna como São Paulo com 793 (SILVEIRA; UEZU, 2011), Minas Gerais 780 (ENDRIGO; SILVEIRA, 2013), Paraná com 744 (SCHERER-NETO *et al.*, 2011), Acre com 708 (GUILHERME, 2016), Rio Grande do Sul com 704 espécies (FRANZ *et al.*, 2018), Mato Grosso do Sul com 630 (NUNES *et al.*, 2017) e Pernambuco com 535 espécies (FARIAS; PEREIRA, 2009). Essa alta riqueza de espécies se

deve à elevada diversidade de habitats encontrados no Estado, influenciados por três domínios e um vasta região costeira.

Além de toda riqueza de aves são encontradas no Maranhão outros dois táxons registrados também merecem destaque, pois ainda não foram descritos formalmente pela ciência e seus status de conservação permanecem desconhecidos, são eles:

Synallaxis sp. nov., uma espécie cuja distribuição geográfica ainda é incerta (GONSIOROSKI, 2020). Sua presença foi reportada para o estado do Maranhão pela primeira vez em 1991 por David Oren, em seu artigo “Aves do estado do Maranhão, Brasil”, onde o pesquisador se refere a ela como *Synallaxis infuscata*. Posteriormente surgem registros em algumas localidades do estado do Pará, sempre sendo atribuídos erroneamente a outros congêneres, como *S. macconnelli* e *S. cabanisi* (GONSIOROSKI, 2020).

Myiornis sp. nov., descoberta em junho de 2012, no município de Caxias, extremo leste do Maranhão. A localidade da descoberta, que na ocasião era a única conhecida à espécie, aliada ao som de sua vocalização, lhe rendeu o nome popular de grilinho-de-Caxias. A divulgação de sua existência, bem como de gravações de seu repertório vocal, permitiu que outros pesquisadores a registrassem em outras localidades, expandindo sua distribuição geográfica para o leste do estado do Pará e para o noroeste do Piauí. Sua taxonomia também permanece uma incógnita, visto que seus parentes mais próximos se encontram na Mata Atlântica do nordeste (GONSIOROSKI, 2020).

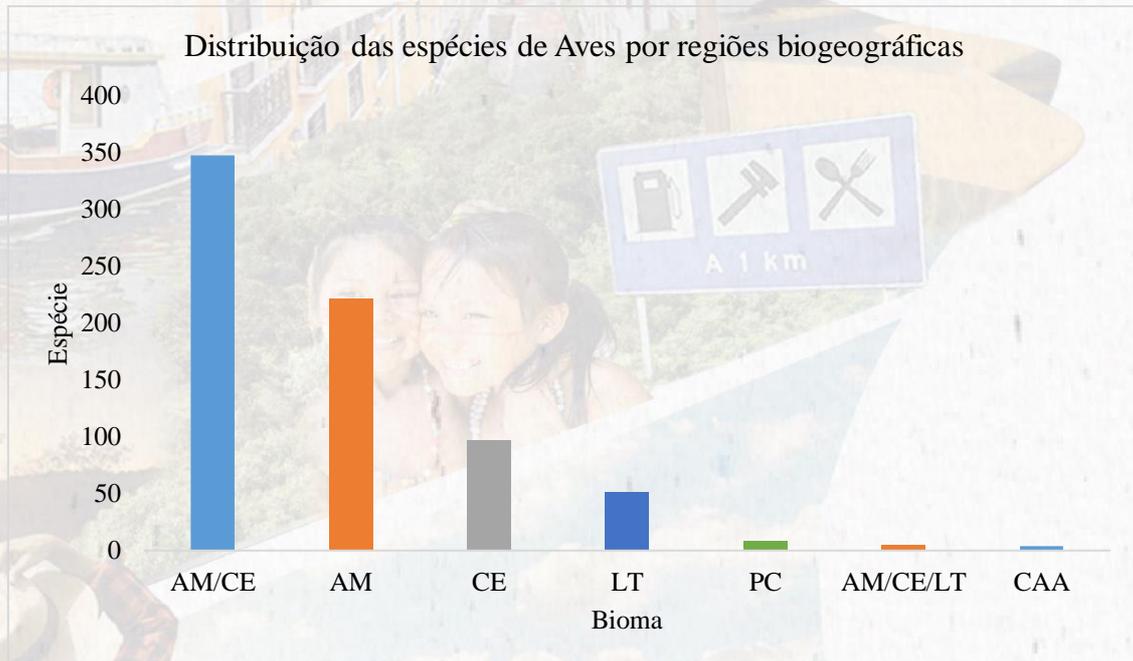
6.1 Distribuição das espécies por região biogeográfica

Entre as regiões biogeográficas do estado, a Amazônia maranhense abriga o maior número de espécies no Estado com 575 espécies, sendo 222 spp. exclusiva e 353 spp. que possuem ocorrência em outras regiões biogeográficas (Gráfico 4). Seguida pelo Cerrado com 450 espécies, sendo 97 spp. exclusivas e 353 spp. com ampla distribuição no Estado (Gráfico 5). A zona costeira fica em terceira na riqueza de espécies com 51 espécies exclusivas e mais 5 com distribuição em outras regiões.

A Caatinga possui um pequeno e controverso espaço geográfico no Estado. Sua riqueza é baixa com apenas quatro espécies. Contudo, uma delas ameaçadas de extinção, *Penelope jacucaca*, exclusiva dessa região do Maranhão.

Por fim, a região oceânica (plataforma continental) com oito espécies relatadas para o Estado, incluindo o *Oceanodroma leucorhoa* ameaçada de extinção global.

Gráfico 4 – Distribuição das espécies por região biogeográfica no Maranhão



Fonte: Elaboração própria.

6.2 Amazônia

A região Amazônica possui não só a maior riqueza de aves no Estado ($N = 575$), como também o maior número de táxons ameaçados, sendo 25 a nível nacional (ICMBIO/MMA, 2018) e 18 a nível global (IUCN, 2021), seguramente devido aos impactos antrópicos que ocorrem na região desde a década de 1960, sendo que a região já perdeu mais de 75% das suas florestas originais no Maranhão (CELENTANO, 2018).

A perda, fragmentação e degradação dos habitats na região amazônica são as principais ameaças para muitos táxons ameaçados encontrados na região, que vêm sofrendo declínio populacional acentua como consequência da perda de habitat (LIMA *et al.*, 2014; ICMBIO/MMA, 2018; CARVALHO *et al.*, 2020). No entanto, para dois táxons avaliados como Criticamente em Perigo *Crax pinima* e *Psophia obscura* (Figura 15) ainda sofrem com a forte pressão da caça que intensifica o grau de ameaça (SILVEIRA, 2018; ALTEFF *et al.*, 2019).

A Amazônia maranhense ainda abriga aves de grande relevância ecológica devido a diversidade de serviços prestados. Grandes e médios frugívoros como os das famílias Cracidae, Ramphastidae, Psittacidae, Cotingidae que são fundamentais na dispersão de sementes, contribuindo para a manutenção da floresta (WHELAN *et al.*, 2008). Além de táxons de topo de cadeia e indicadores de qualidade ambiental, como *Morphnus guianensis*, *Harpia harpyja* e *Spizaetus ornatus*, todos associados

a grandes áreas com alto grau de conservação, são extremamente sensíveis a degradação e fragmentação de habitat. (LIMA *et al.*, 2014; LAS-CASAS, 2019; GONSIOROSKI *et al.*, 2020).

Figura 15 – O mutum-pinima (esquerda) e o jacamim-da-costa-preta (direita) são espécies criticamente ameaçadas de extinção fotografadas no seu mais importante reduto, a região do Gurupi



Fonte: Gustavo Gonsioroski, 2020.

6.3 Cerrado

O Cerrado maranhense, maior bioma do estado, abrange toda a região leste e sul do estado (IBGE, 2004). Sua geomorfologia é composta por longas formações de planaltos, depressões, tabuleiro e patamar (BROWN; LOMOLINO, 2006). Em virtude principalmente das formações de planaltos, a região começou a chamar atenção do setor agrícola. Apesar de possuir quatro Unidades de Conservação (PE Mirador, PARNA Chapada das Mesas, PARNA das Nascentes do Rio Parnaíba e APA das Nascentes do Rio Balsas) e 11 Terras Indígenas (QUARTAROLI *et al.*, 2008), todo o Cerrado do Maranhão está dentro do MATOPIBA, com exceção das UC's de proteção integral (BOLFE *et al.*, 2016; ASSIS, 2020). Entre 2019 e 2020 a região sul do estado, conhecida como Gerais de Balsas, apresentou elevados índices de desmatamento em prol do agronegócio (MAPBIOMAS, 2021).

O Cerrado possui das espécies com 353 espécies com ocorrência no estado. Destas 12 estão ameaçadas globalmente (IUCN, 2021) e oito estão ameaçadas em território brasileiro (ICMBIO/MMA, 2018). Devido aos atuais impactos que estão ocorrendo de forma acelerada no Cerrado maranhense (MAPBIOMAS, 2021), provavelmente a atualização da lista nacional deva apresentar um maior número de táxons ameaçados nesse bioma no Maranhão. É importante ressaltar que a lista nacional foi finalizada em 2014 e o livro vermelho foi divulgado apenas em 2018 (ICMBIO/MMA, 2018).

A fragmentação e desmatamento no Cerrado maranhense são consideradas as principais ameaças à avifauna desse bioma (ICMBIO/MMA, 2018). Apesar do número de espécies ameaçadas nas avaliações nacionais e internacionais ser inferior ao da Amazônia maranhense, o contexto de

degradação atual deste bioma apresenta números alarmantes, somente o município de Balsas desmatou 28.752 ha em 2020 (MAPBIOMAS, 2021).

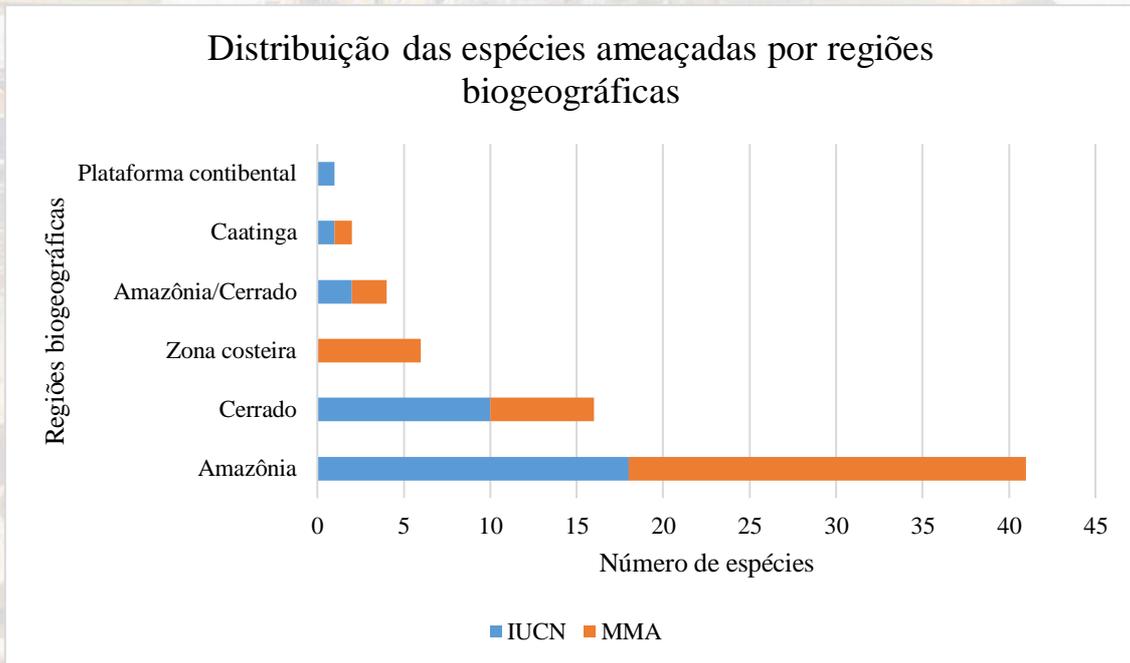
Ressalta-se que essa região que abriga a maior população da ameaçada arara-azul-grande (*Anodorhynchus hyacinthinus*) no Maranhão, devido os sítios de alimentação e nidificação da espécie na área das nascentes dos rios Balsas e Medonho. A região também abriga táxons das famílias Cracidae e Ramphastidae, que estão entre os principais agentes dispersores de sementes nas matas de galeria, matas mesófilas e cerradões. Além disso, a presença de rapinantes topo de cadeia (e.g., *Urubitinga coronata*, *Geranoaetus melanoleucus* e *Spizaetus melanoleucus*) serve como parâmetro de qualidade ambiental, visto que a sua permanência dependerá da saúde dos estratos tróficos inferiores.

6.4 Zona costeira

A região possui 51 espécies com ocorrência no Maranhão, onde seis spp. estão ameaçadas de extinção na lista Nacional. Dentre as espécies cinco são migratórias do hemisfério norte e uma residente. O residente *Charadrius wilsonia*, que reproduz no litoral maranhense e já sofre com o forte impacto do turismo desregulado no Estado, onde foram documentos sítios de nidificação junto a animais domésticos e intensa movimentação de pessoas para recreação no município da Raposa. (GONSIOROSKI, 2014). A zona costeira do Maranhão possui uma das maiores áreas contínuas de manguezal do mundo, na região oeste do litoral. Contudo, a região central e leste da região sofre com a pressão imobiliária e implementação de grandes empreendimentos, inclusive as gigantescas estruturas de captação de energia eólica. Além disso, a expansão imobiliária e atividades turísticas desordenadas que causam poluição no ambiente e perturbação para espécies migratórias e costeiras (Gráfico 5).

Para manutenção da avifauna específica desse ambiente, se faz necessário a urgente regulamentação para implementação de novos empreendimentos na região e das atividades turísticas, as quais são desordenadas fora do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses e já causam perturbação a avifauna costeira.

Gráfico 5 – Distribuição das espécies ameaçadas de extinção em nível nacional e global por região biogeográfica no Maranhão



Fonte: Elaboração própria.

6.5 Macro avaliação das ameaças à avifauna maranhense

O Maranhão detém cerca de 40% de toda avifauna brasileira (1.919 espécies). Grande parte dessa riqueza está dentro dos biomas de maior representatividade no estado, Amazônia e Cerrado (PIACENTINI *et al.*, 2015; DE CARVALHO *et al.*, 2020). No entanto, as regiões onde estão esses biomas pertencem a extensas áreas de desmatamento. A Amazônia maranhense faz parte do arco do desmatamento, enquanto o Cerrado maranhense está inserido no mosaico agrícola conhecido MATOPIBA (BOLFE *et al.*, 2016). Embora haja Unidades de Conservação e Terras Indígenas responsáveis pela manutenção de grandes áreas de vegetação primária em ambos os biomas, as áreas adjacentes convertem em ritmo acelerado suas paisagens naturais em monoculturas, pastagem, urbanização, entre outras atividades antrópicas (CELENTANO *et al.*, 2018).

A Amazônia maranhense possui uma extensão que vai da parte central até o extremo oeste do estado, na divisa com o Pará. Todavia, apenas uma fração é de vegetação primária, dividida em fragmentos (IBGE, 2004; CELENTANO *et al.*, 2018). Essa fração está dentro do Centro de Endemismo de Belém e possui cinco Terras Indígenas (Alto Rio Turiaçu, Awá, Caru, Rio Pindaré e Araribóia), uma Unidade de Conservação (Reserva Biológica do Gurupi) e Reservas legais de relevância (Fazendo Itabaiana e Fazenda Boa Esperança). Juntas, essas áreas formam o mosaico Gurupi (CELENTANO *et*

al., 2018). Essa é considerada a área mais ameaçada da Amazônia Legal, tendo perdido cerca de 75% de sua área total em 50 anos (ALMEIDA; VIEIRA, 2010; CELENTANO *et al.*, 2017).

A perda, fragmentação e degradação dos habitats na Região Amazônica são as principais ameaças para muitos táxons ameaçados encontrados na região, que vêm sofrendo declínio populacional acentuado como consequência da perda de habitat (LIMA *et al.*, 2014; ICMBIO/MMA, 2018; CARVALHO *et al.*, 2020). No entanto, para dois táxons avaliados como Criticamente em Perigo *Crax pinima* e *Psophia obscura* ainda sofrem com a forte pressão da caça que intensifica o grau de ameaça (SILVEIRA, 2018; ALTEFF *et al.*, 2019).

A Amazônia maranhense ainda abriga aves de grande relevância ecológica devido a diversidade de serviços prestados. Grandes e médios frugívoros como os das famílias Cracidae, Ramphastidae, Psittacidae, Cotingidae que são fundamentais na dispersão de sementes, contribuindo para a manutenção da floresta (WHELAN; WENNY; MARQUIS, 2008). Além de táxons de topo de cadeia e indicadores de qualidade ambiental, como *Morphnus guianensis*, *Harpia harpyja* e *Spizaetus ornatus*, todos associados a grandes áreas com alto grau de conservação, são extremamente sensíveis a degradação e fragmentação de habitat. (LIMA *et al.*, 2014; LAS-CASAS, 2019; GONSIOROSKI *et al.*, 2020).

No que concerne o Cerrado maranhense, maior bioma do estado, não difere muito da parte amazônica. Abrange toda a região leste e sul do estado (IBGE, 2004). Sua geomorfologia é composta por longas formações de planaltos, depressões, tabuleiro e patamar (BROWN; LOMOLINO, 2006; ASSIS, 2020). Em virtude, principalmente, das formações de planaltos, a região começou a chamar atenção do setor agrícola. Apesar de possuir quatro Unidades de Conservação (PE Mirador, PARNA Chapada das Mesas, PARNA das Nascentes do Rio Parnaíba e APA das Nascentes do Rio Balsas) e 11 Terras Indígenas (QUARTAROLI *et al.*, 2008), todo o Cerrado do Maranhão está dentro do MATOPIBA, com exceção das UC's de proteção integral (BOLFE *et al.*, 2016; ASSIS, 2020). Entre 2019 e 2020 a região sul do estado, conhecida como Gerais de Balsas, apresentou elevados índices de desmatamento em prol do agronegócio (MAPBIOMAS, 2021).

A fragmentação e desmatamento no Cerrado maranhense são consideradas as principais ameaças à avifauna desse bioma (ICMBIO/MMA, 2018). Apesar do número de espécies ameaçadas nas avaliações nacionais e internacionais ser inferior ao da Amazônia maranhense, o contexto de degradação atual deste bioma apresenta números alarmantes, somente o município de Balsas desmatou 28.752 ha em 2020 (MAPBIOMAS, 2021).

Ressalta-se que essa região que abriga a maior população da ameaçada arara-azul-grande (*Anodorhynchus hyacinthinus*) no Maranhão, devido aos sítios de alimentação e nidificação da espécie na área das nascentes dos rios Balsas e Medonho (Figura 16). A região, também, abriga táxons das

famílias Cracidae e Ramphastidae, que estão entre os principais agentes dispersores de sementes nas matas de galeria, matas mesófilas e cerradões. Além disso, a presença de rapinantes topo de cadeia, como por exemplo, *Urubitinga coronata*, *Geranoaetus melanoleucus* e *Spizaetus melanoleucus*) serve como parâmetro de qualidade ambiental, visto que a sua permanência dependerá da saúde dos estratos tróficos inferiores.

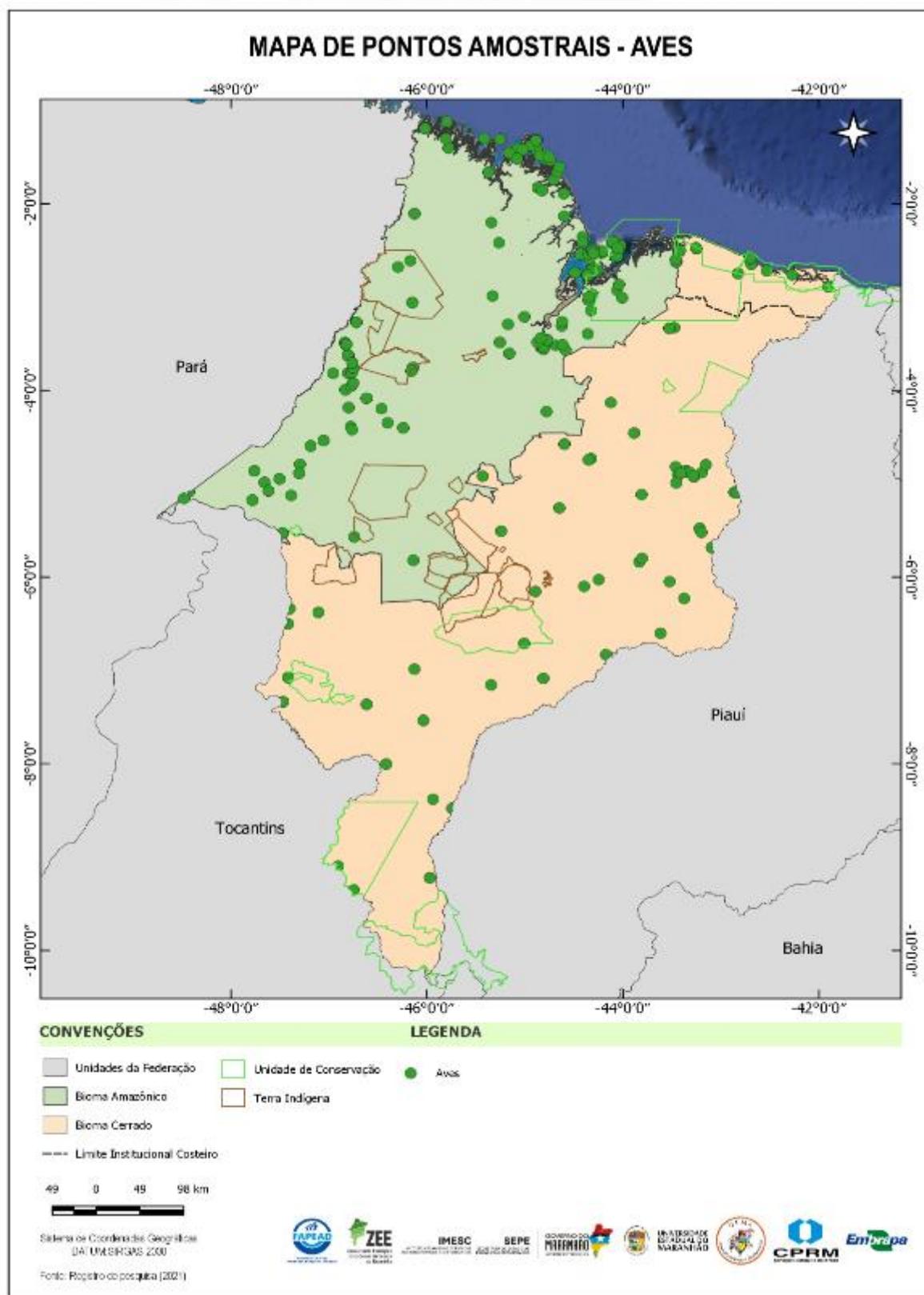
Figura 16 – O arara-azul-grande (esquerda) e paredões utilizados para nidificação da arara-azul-grande (direita) fotografada na APA das Nascentes do Rio Balsas



Fonte: Gustavo Gonsioroski (2021).

Todavia, após anos de desmatamento desenfreado os táxons ameaçados de extinção e mais sensíveis a alterações de habitat começam a entrar em declínio populacional acentuado e, conseqüentemente, ficam mais raros, como é o caso de *Anodorhynchus hyacinthinus*, *Culicivora caudacuta* e *Urubitinga coronata* no Cerrado e *Crax fasciolata pinima* e *Psophia obscura* na Amazônia. Nota-se a necessidade de medidas de caráter efetivo, como criação de mais Unidades de Conservação de proteção integral, criação de corredores ecológicos, intensificação na fiscalização e punições mais severas para quem praticar desmatamento ilegal. Os pontos de amostragem de espécies ameaçadas de aves estão presentes no Mapa 3.

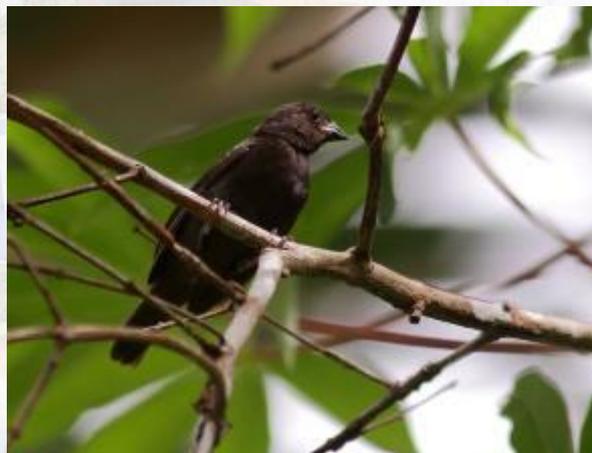
Mapa 3 – Pontos de amostragem das aves ameaçadas utilizados para a modelagem de nicho



APÊNDICE A



Coccyzus melacoryphus (papa-lagarta).
Foto: Gustavo Gonsioroski.



Tiaris fuliginosus (cigarra-preta).
Foto: Gustavo Gonsioroski.



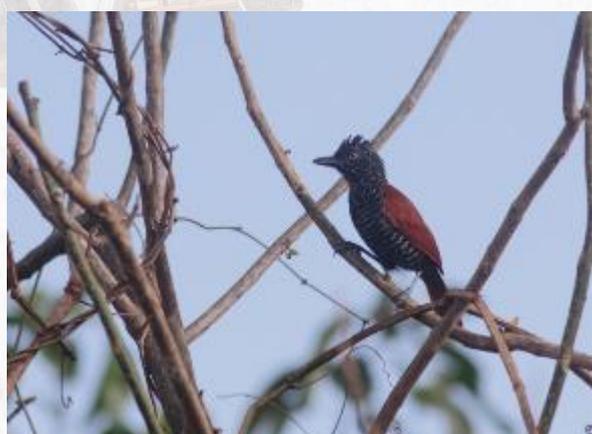
Columbina squammata (fogo-apagou).
Foto: Gustavo Gonsioroski.



Colaptes melanochloros (pica-pau-verde-barrado).
Foto: Gustavo Gonsioroski.



Sarcoramphus papa (urubu-rei).
Foto: Gustavo Gonsioroski.



Thamnophilus palliatus (choca-listrada).
Foto: Gustavo Gonsioroski.



Psittacara leucophthalmus (periquitão).
Foto: Gustavo Gonsioroski.



Phlegopsis nigromaculata (mãe-de-taoca).
Foto: Gustavo Gonsioroski.



Milvago chimachima (gavião-carrapateiro).
Foto: Gustavo Gonsioroski.



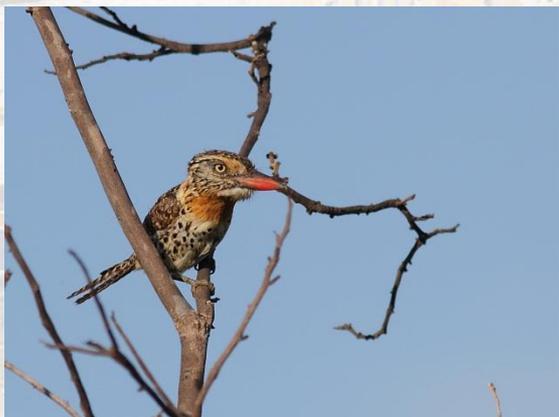
Anodorhynchus hyacinthinus (arara-azul).
Foto: Gustavo Gonsioroski.



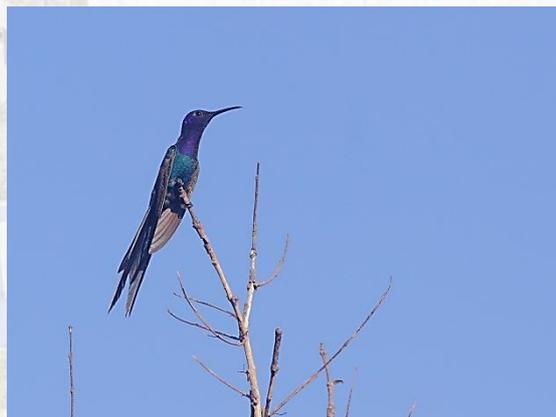
Eupsittula aurea (periquito-rei).
Foto: Gustavo Gonsioroski.



Mimus saturninus (sabiá-do-campo).
Foto: Gustavo Gonsioroski.



Nystalus maculatus (rapazinho-dos-velhos).
Foto: Gustavo Gonsioroski.



Eupetomena macroura (beija-flor-tesoura).
Foto: Gustavo Gonsioroski.



Saltatricula atricollis (bico-de-pimenta).
Foto: Gustavo Gonsioroski.



Cypsnagra hirundinacea (bandoleta).
Foto: Gustavo Gonsioroski.



Campephilus melanoleucos (pica-pau-de-topete-vermelho).
Foto: Gustavo Gonsioroski.



Myiothypis flaveola (canário-do-mato).
Foto: Gustavo Gonsioroski.



Xolmis velatus (noivinha-branca).
Foto: Gustavo Gonsioroski.



Cariama cristata (seriema).
Foto: Gustavo Gonsioroski.



Glucidium brasilianum (caburé).
Foto: Gustavo Gonsioroski.



Theristicus caudatus (curicaca).
Foto: Gustavo Gonsioroski.



Colaptes campestris (pica-pau-do-campo).
Foto: Gustavo Gonsioroski.



Melanerpes candidus (pica-pau-branco).
Foto: Gustavo Gonsioroski.



Hemithraupis guira (sairá-de-papo-preto).
Foto: Gustavo Gonsioroski.



Galbula ruficauda (ariramba-de-cauda-ruiva).
Foto: Gustavo Gonsioroski.



Neothraupis fasciata (cigarra-do-campo).
Foto: Gustavo Gonsioroski.



Athene cunicularia (coruja-buraqueira).
Foto: Gustavo Gonsioroski.



Turdus leucomelas (sabiá-barranco).
Foto: Gustavo Gonsioroski.



Formicivora rufa (papa-formiga-vermelha).
Foto: Gustavo Gonsioroski.



Suiriri affinis (suiriri-da-chapada).
Foto: Gustavo Gonsioroski.



Trogon curucui (surucuá-de-barriga-vermelha).
Foto: Gustavo Gonsioroski.



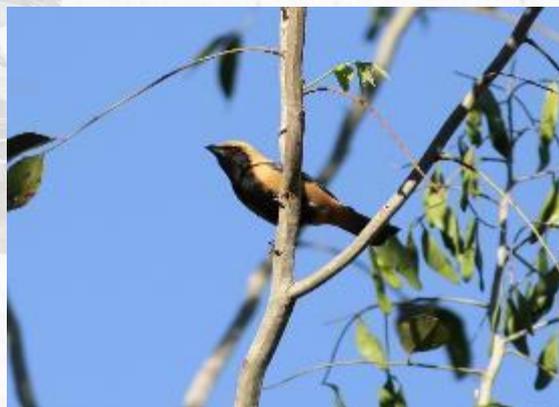
Nystalus chacuru (joão-bobo).
Foto: Gustavo Gonsioroski.



Pseudastur albicollis (gavião-branco).
Foto: Leonardo Victor.



Melanopareia torquata (meia-lua-do-cerrado).
Foto: Leonardo Victor.



Tangara cayana (saí-amarela).
Foto: Leonardo Victor.



Cyanerpes cyaneus (saira-beija-flor)
Foto: Leonardo Victor.



Xenops rutilans (bico-virado-carijó)
Foto: Leonardo Victor.



Monasa nigrifrons (chora-chuva-preto)
Foto: Leonardo Victor.



Momotus momota (udu-de-coroa-azul)
Foto: Leonardo Victor.



Conopophaga roberti (chupa-dente-de-capuz)
Foto: Leonardo Victor



Tersina viridis (saí-andorinha)
Foto: Leonardo Victor



Antilophia galeata (soldadinho)
Foto: Leonardo Victor



Pyriglena leuconota (papa-faoca-de-belém)
Foto: Leonardo Victor



Tityra cayana (anambe-branco-de-rabo-preto)
Foto: Leonardo Victor

7 HERPETOFAUNA³

Diversidade da herpetofauna ao longo dos gradientes ambientais do Maranhão: caracterização e ameaças

O aumento exponencial da população humana e a enorme aceleração de seu desenvolvimento econômico e tecnológico no século XX geraram enormes impactos ambientais negativos em escala mundial (CEBALLOS *et al.*, 2015). Tais impactos são decorrentes do fato que para atender as necessidades humanas é necessário alterar as condições ambientais e processos naturais, e essas alterações não eram conscientes de suas consequências futuras de curto, médio e longo prazo (MAZIERO *et al.*, 2016; SANCHEZ, 2020). Conseqüentemente, as ações humanas objetivando melhorias de vida ou benefícios econômicos decorreram em aumento e aceleração na degradação e poluição dos solos, atmosfera e oceanos, a alterações climáticas, e a perda massiva da diversidade biológica (CEBALLOS *et al.*, 2015). De fato, o impacto histórico humano sobre os ambientes e processos naturais é tamanho que este é considerado o principal direcionador de uma sexta extinção biológica em massa, que estamos vivenciando (CEBALLOS *et al.*, 2015).

Os impactos ambientais decorrentes do desenvolvimento desenfreado no século XX levaram a uma consciência da necessidade de uma melhor compreensão sobre como as atividades econômicas interferem nos processos naturais, possibilitando assim prever e mitigar os possíveis impactos (SANCHEZ, 2020). No Brasil, houve um grande avanço na legislação ambiental a partir da década de 80. Entre outras diretrizes, esta nova legislação determinou condicionantes à obtenção do licenciamento de empreendimentos junto aos órgãos ambientais, incluindo a realização de Estudos de Impactos Ambientais (EIA) e programas ambientais de mitigação e compensação dos impactos (MAZIERO *et al.*, 2016). Porém na prática, fora da comunidade de pesquisadores e profissionais ambientais, a maior parte da população brasileira não conhece a imensa diversidade biológica do país e ainda vê esses condicionantes ambientais como um entrave ao desenvolvimento econômico, atrasando empreendimentos e aumentando enormemente os seus custos. Portanto, o caminho para o desenvolvimento verdadeiramente sustentável ainda é longo e árduo, e depende de uma verdadeira mudança de paradigma da sociedade.

Nas últimas décadas, a infraestrutura do estado do Maranhão tem atravessado um acelerado desenvolvimento (HOLANDA, 2008; FIEMA, 2020). Houveram melhorias nos transportes, com instalação ou ampliação das ferrovias, rodovias e terminais portuários; na geração e distribuição de energia, com a

³ Texto elaborado por Dante Pavan e Leandro Moraes.

construção de hidrelétricas e termelétricas, linhas de transmissão e ampliação da rede elétrica; e no sistema agropecuário, com plantas industriais, expansão da pecuária na região dos cocais, e do cultivo de grãos nas chapadas do sul e platôs do leste e nordeste (HOLANDA, 2008; FIEMA, 2020). Não há dúvidas que estes empreendimentos trouxeram benefícios diversos para a população e ao crescimento econômico do estado. No entanto, este rápido desenvolvimento também ocasionou consideráveis reduções na cobertura de vegetação nativa, alterações nas dinâmicas hidrológicas, erosão e assoreamento, poluição química da atmosfera, da água e do solo, e uma perda massiva da biodiversidade (e.g., MACÊDO *et al.*, 2012).

Neste período de intenso desenvolvimento da infraestrutura do Maranhão, houve uma enorme perda de habitats disponíveis para os anfíbios e répteis (herpetofauna), que representam um relevante componente da biodiversidade, e são conhecidos por serem bastante diversos, frequentemente possuírem distribuições geográficas restritas e estarem fortemente associados a habitats específicos (VALERO *et al.*, 2019). Estas características fazem com que estes grupos possuam nichos ecológicos bastante restritos e, portanto, sejam particularmente afetados por alterações ambientais de origem natural ou humana (POUNDS *et al.*, 1999). Consequentemente, os impactos das ações humanas sobre os ambientes naturais maranhenses causaram desde a extinção local ou redução de populações de espécies sensíveis, como também o aumento populacional, colonização de novas áreas e expansão da distribuição geográfica de espécies que de alguma forma são beneficiadas pela alteração das condições ambientais.

A implementação dos estudos de impactos ambientais durante as etapas de licenciamento de grandes empreendimentos gerou um avanço significativo na pesquisa sobre a diversidade da herpetofauna no Maranhão e de como esta é afetada pelas alterações ambientais causadas por ações humanas.

Nos levantamentos primários realizados ao longo dos anos 2000 foram amostradas localidades nos municípios de Estreito (MA), Babaçulândia (TO), Carolina (MA), Palmeirante (TO), Tasso Fragoso (MA), Marabá (PA), Baixa Grande do Ribeiro (PI), Ribeiro Gonçalves (PI), São Raimundo das Mangabeiras (MA), Parque Estadual do Mirador (MA), Floriano (PI), Amarante (PI), Parnarama (MA), Dom Pedro (MA), Porto do Itaqui (MA), São Luís (MA), Sítio Aguai (MA) e Caxias (MA), abrangendo assim grande parte dos gradientes ambientais presentes no estado (Figura 17).

A inclusão de tais dados limítrofes ao Maranhão no presente diagnóstico se justifica pela ainda baixa amostragem dentro dos limites do estado e pelas similaridades ambientais presentes em suas divisas estaduais. Muitas espécies que ainda não foram encontradas no estado foram registradas ao longo de nossos levantamentos em ambientes equivalentes do outro lado das divisas estaduais, sugerindo fortemente a sua ocorrência no Maranhão devido à ausência de barreiras naturais. Além disto,

sabe-se que os processos naturais originalmente não respeitam fronteiras políticas, enquanto os processos de degradação ou de conservação ambiental podem sim estar associados a estas. Assim, apesar do presente Zoneamento Econômico e Ecológico do Maranhão visar o estabelecimento de políticas ambientais dentro dos limites do estado, os processos naturais envolvidos ultrapassam estes limites e necessitam ser compreendidos em uma escala territorial mais extensa.

Além de amostragens em áreas praticamente inexploradas, onde não se fazia ideia de quais espécies seriam encontradas, estes estudos prévios à implantação dos empreendimentos permitiram a amostragem de ambientes relativamente bem preservados, algumas vezes de difícil acesso e com grandes dificuldades logísticas para realização do trabalho. Muitas espécies eram desconhecidas da ciência e para a maioria não havia informações sobre suas necessidades ambientais, suas distribuições geográficas totais, e suas variações de ocorrência no mosaico ambiental da paisagem maranhense. Portanto, este acúmulo de conhecimento aprimorou consideravelmente a compreensão da herpetofauna do Maranhão e dos fatores ambientais e históricos que determinam suas características. Sendo assim, o presente diagnóstico é primariamente baseado nos resultados destes inventários e está organizado em três principais tópicos, onde descrevemos: (1) o processo de reconhecimento da diversidade da herpetofauna do Maranhão, e a contribuição dos dados obtidos nestes inventários durante este reconhecimento; (2) a espacialização da diversidade deste grupo ao longo dos vários gradientes ambientais presentes no estado; e (3) as históricas e atuais ameaças dos impactos das ações humanas sobre essa biodiversidade.

7.1 O reconhecimento da diversidade da herpetofauna no Maranhão

No estudo da diversidade da herpetofauna as perguntas mais básicas a serem respondidas são quais e quantas espécies existem em um dado território. No entanto, ao intensificarmos a amostragem em regiões com reconhecida alta diversidade mas poucas amostradas, como a Amazônia oriental e o Cerrado setentrional, a primeira coisa que se percebe é o quão difícil é responder estas perguntas, devido à grande quantidade de espécies presentes que ainda não são reconhecidas pela ciência. Este reconhecimento científico de novas espécies é um processo contínuo cujo avanço depende de vários fatores, e nossos levantamentos no contato da Amazônia Oriental, Cerrado setentrional e Caatinga contribuíram muito neste processo. Este resultado foi alcançado pois, apesar da maioria destes levantamentos nesta região serem parte do EIA dos empreendimentos, não restringimos a coleta de dados à aqueles somente aplicáveis nas propostas destes estudos, coletando de forma padronizada séries de espécimes, amostras de tecidos, fotografias do ambientes e dos animais, dados ecológicos e comportamentais, além de gravações de vocalizações no caso dos anfíbios anuros.

A coleta de amostras de tecidos para sequenciamento de DNA era um trabalho dispendioso e pouco aplicável nos EIA que estavam financiando a amostragem. Mas, o acúmulo destas amostras ao longo do tempo se mostrou um valioso avanço no reconhecimento das linhagens presentes na área de estudo, bem como de suas distribuições geográficas. Muitas linhagens foram reconhecidas na área, destacando o aumento na resolução na diversidade das pequenas rãs do gênero *Adenomera*, onde oito linhagens foram molecularmente reconhecidas (FOUQUET *et al.*, 2014), das quais somente duas já eram descritas (*Adenomera andreae* e *Adenomera hylaedactyla*), cinco foram recentemente formalmente descritas (*Adenomera kayapo*, *Adenomera juiquitam*, *Adenomera cotuba*, *Adenomera phonotricus*, *Adenomera saci*; CARVALHO *et al.*, 2019, 2021) e uma se encontra em processo de descrição (*Adenomera gr. martinezi*). As análises moleculares das pequenas rãs do gênero *Pseudopaludicola* também permitiram identificar várias populações das espécies *Pseudopaludicola mystacalis* e *Pseudopaludicola canga* (ANDRADE *et al.*, 2020a), conferindo maior precisão em suas distribuições geográficas quando comparado as distribuições anteriormente conhecidas, baseada em identificações morfológicas de espécimes preservados em coleções. Uma terceira espécie de *Pseudopaludicola* presente na área de estudo e inicialmente morfológicamente identificada como *Pseudopaludicola saltica* também foi reconhecida como uma linhagem genética única e típica do Nordeste brasileiro, sendo posteriormente formalmente descrita como *Pseudopaludicola jaredi* (ANDRADE *et al.*, 2016, 2020b). Apesar desses avanços, ainda considera-se que uma análise mais completa do material acumulado vai detalhar ainda mais a distribuição geográfica destas espécies e potencialmente revelar a presença na região de outras espécies do gênero, incluindo espécies novas. Por exemplo, algumas populações de *Pseudopaludicola* distintas destas três espécies supracitadas foram encontradas nos pedrais do rios Araguaia e Tocantins, e podem representar uma quarta espécie do gênero ocorrendo na região, sendo possivelmente uma espécie nova que habita justamente a área diretamente afetada pelas hidrelétricas de Santa Isabel e Marabá, e possivelmente de Estreito e Tucuruí.

Outro exemplo bastante notável é a perereca *Osteocephalus taurinus*, considerada uma espécie típica da Amazônia e de ampla ocorrência neste Domínio (JUNGFER *et al.*, 2013), que foi registrada em diversas localidades destes levantamentos nas florestas de galeria do Cerrado setentrional e nos cocais do Maranhão. Uma análise molecular desta espécie, incluindo estas amostras do Cerrado, demonstrou a presença de uma grande e desconhecida diversidade de linhagens genéticas, sendo que as populações do Cerrado representam uma linhagem distinta e potencialmente não descrita (JUNGFER *et al.*, 2013). Cabe ressaltar também o avanço do conhecimento relacionado às rãs do gênero *Leptodactylus* (grupo *melanonotus*), no qual apesar de todas linhagens detectadas corresponderem a espécies já nomeadas, permitiu um aumento significativo na resolução de suas distribuições geográficas, detectando uma ampla distribuição nesta região de uma espécie que ocorre predominantemente na Floresta

Atlântica (GAZONI *et al.*, 2021). Na região também ocorrem três espécies parapátricas de pererecas do gênero *Pithecopus* (*Pithecopus hypocondrialis*, *Pithecopus azureus* e *Pithecopus nordestinus*), associadas a Amazônia, Cerrado e Caatinga, respectivamente. A validade destas espécies já havia sido reconhecida com base em análises morfológicas (CARAMASCHI, 2006), mas os dados obtidos justamente em suas áreas de contato permitiram um maior detalhamento em suas distribuições, confirmando não apenas a associação de cada espécie com o respectivo domínio de paisagem, como áreas de simpatria e sobreposição (VACHER *et al.*, 2020; BANDEIRA *et al.*, 2021). Outros táxons que apresentam várias espécies difíceis de serem reconhecidas morfológicamente e acusticamente e com pouco conhecimento da sua distribuição geográfica também tiveram parte das amostras obtidas sequenciadas, aumentando a resolução do conhecimento associado, como os anuros do gênero *Scinax* (grupo *ruber*), *Allobates* e *Proceratophrys* (VACHER *et al.*, 2020), e os lagartos do gênero *Ameivula* (ARIAS *et al.*, 2014). Tal avanço no conhecimento associado a esse material indica ainda que análises futuras o investigando de maneira mais ampla pode elucidar ainda mais o conhecimento da diversidade destes grupos.

Outro avanço consolidado nestes trabalhos foi de caráter metodológico, contando com a utilização de um grande esforço amostral de armadilhas de queda (HEYER *et al.*, 1994). O amplo uso no Brasil dessa metodologia na amostragem da herpetofauna se iniciou na década de 90, principalmente em amostragens no Cerrado no Distrito Federal e Goiás. Com isso, espécies pequenas habitantes do folheto, bem como espécies fossoriais consideradas raras passaram a ser amostradas com maior eficiência, revelando padrões biológicos desconhecidos que eram enviesados pela baixa complementaridade das metodologias previamente consideradas. Nas amostragens posteriores no contato entre Amazônia, Cerrado e Caatinga, o aumento do esforço amostral utilizando essa metodologia permitiu aumentar consideravelmente o volume de informação sobre as espécies, revelando espécies novas e ampliando as distribuições geográficas de outras (PAVAN, 2007). Esse avanço também permitiu um aumento do número de exemplares conhecidos de outras espécies consideradas raras, como a anfisbena *Amphisbena maranhensis* (descrita durante a condução desses levantamentos; GOMES; MACIEL, 2012), que foi registrada em solo arenoso em São Raimundo de Mangabeiras (MA) e em Buriti do Tocantins (TO), permanecendo até hoje unicamente conhecida por estes dois exemplares. Também em solo de areia quartzosa no Cerrado maranhense, as armadilhas de queda ajudaram no registro de serpentes criptozóicas como *Apostolepis polylepis*, *Apostolepis longicaudata*, *Rodriguesophis iglesiasi* (PAVAN, 2007; NOGUEIRA *et al.*, 2020), e outras anfisbenas pouco conhecidas, como *Amphisbaena ibijara* (PAVAN, 2007; OLIVEIRA *et al.*, 2020).

Em síntese, estes resultados mostram um considerável avanço recente no conhecimento da diversidade da herpetofauna e de sua distribuição geográfica na região de contato entre Amazônia,

Cerrado e Caatinga, do qual o Maranhão representa uma parte significativa. Tal avanço só foi possível através da combinação de: (1) um aumento da cobertura geográfica de áreas de levantamento decorrentes principalmente dos EIA de empreendimentos; (2) amostragens padronizadas, com metodologias complementares e grande esforço de armadilhas de queda; (3) obtenção do máximo de registros de espécimes georeferenciados e espécimes-testemunho para análises morfológicas; e (4) obtenção do maior número possível de amostras de tecidos para análise de dados genéticos, amparado pelo concomitante rápido avanço na obtenção e análise deste tipo de dados. Cabe ressaltar que no Maranhão ainda restam muitas áreas pouco amostradas, com espécies pouco conhecidas, e mesmo os dados históricos podem acrescentar informações inéditas à luz de reanálises do material e sequenciamento completo das amostras obtidas. No entanto, o considerável avanço proveniente dos resultados destes levantamentos permite uma descrição muito mais robusta dos padrões de distribuição da diversidade da herpetofauna nos gradientes ambientais do Maranhão, conforme detalhado a seguir.

7.2 Caracterização da herpetofauna ao longo dos gradientes ambientais do Maranhão

A principal implicação do aumento da resolução no conhecimento sobre a diversidade da herpetofauna do Maranhão é um natural acréscimo na riqueza de espécies conhecidas para o estado. Com base nos dados obtidos em nossos levantamentos, acrescidos de informações descritas na literatura, estimamos que ocorrem no Maranhão cerca de 320 espécies da herpetofauna. Cerca de 80% destas espécies foram registradas em nossos levantamentos, reforçando a boa representatividade destes na caracterização da diversidade maranhense. Destas 320 espécies, 112 são espécies de anfíbios, o que representa cerca de 10% da diversidade conhecida para o grupo no Brasil (SEGALLA *et al.*, 2021) e 208 são espécies de répteis, o que representa cerca de 26% da diversidade conhecida para o grupo no Brasil (COSTA; BÉRNILS, 2018). Os répteis são representados por 68 espécies de lagartos e anfisbenas, 118 de serpentes, 4 de crocodilianos e 18 de quelônios (Tabela 2; ver exemplos das espécies no Apêndice B).

No entanto, o avanço do conhecimento à herpetofauna maranhense também permitiu uma melhor compreensão sobre as variações das ocorrências destas espécies ao longo dos diferentes gradientes ambientais deste estado ecotonal, tanto considerando gradientes mais abruptos, como no contato entre Amazônia, Cerrado e Caatinga (Figuras 20 e 21), quanto considerando gradientes mais sutis como os presentes no interior do Cerrado, que é espacialmente melhor representado no estado. De fato, com relação ao Cerrado, o conhecimento resultante desses levantamentos ajudou a estabelecer um panorama mais robusto da diversidade desses animais em seu trecho maranhense, evidenciando uma elevada riqueza de espécies a nível local, auxiliando na compreensão dos padrões de diversidade

do Cerrado como um todo, e evidenciando uma grande variação de espécies entre as suas diferentes regiões.

A variação na composição e abundância de espécies da herpetofauna no Cerrado maranhense ocorre tanto em nível local entre diferentes ambientes ou tipos vegetacionais (como por exemplo entre cerrados abertos de interflúvio e florestas de galeria com cursos de água perenes), quanto em nível regional entre diferentes compartimentos climáticos e geomorfológicos. Considerando essa variação regional, o Cerrado ao sul do Maranhão e Piauí, e norte do Tocantins apresenta características de clima e relevo determinadas em grande parte pelas baixas latitudes e altitudes e os grandes terrenos sedimentares predominantemente areníticos presentes nessa região, que consequentemente determinam a ocorrência de uma fauna e flora única. Nesta região, o relevo é característico de chapadas de topos planos cortadas por cânions profundos e vales estreitos e depressões de relevo suave. Os cursos de água escavam profundamente estes terrenos pouco resistentes a erosão, criando nos interflúvios altas chapadas cobertas pela vegetação de cerrado, onde raramente há cursos de água ou qualquer tipo de ambiente aquático perene. Nas cabeceiras da rede de drenagem, os vales estreitos são mais inclinados e os cursos de água de fluxo rápido são margeados por florestas de galeria consideravelmente mais úmidas que a matriz do entorno. Já nos trechos mais planos e amplos da rede de drenagem, predominam cursos de água com fluxo mais lento e maior área alagável, sendo margeados por extensos buritizais. Os cânions mais profundos são observados nos afluentes dos grandes rios da região, como no vale do Rio Uruçuí Preto, mas também ocorrem nos próprios vales dos grandes rios, como no trecho bastante encaixado do Rio Parnaíba entre Ribeiro Gonçalves e Tasso Fragoso.

À medida que os rios se avolumam a jusante, os vales se ampliam lateralmente com o recuo das escarpas das chapadas, até que vales de cursos de água confluentes fundem-se, criando um patamar predominantemente plano, que passa a ser coberto por vegetação de cerrado baixo. O vale do Rio das Balsas e a bacia do Rio Itapecuru (representada pelo Parque Estadual do Mirador) apresentam esta configuração geoambiental, com grandes extensões de cerrados sobre terrenos baixos, aplainados e levemente ondulados. Igualmente, nas proximidades da cidade de Uruçuí, onde os rios das Balsas e Uruçuí Preto encontram com o Rio Parnaíba, pode-se observar amplas extensões de depressões separando os paredões distantes das chapadas. Por fim, o crescente aumento do distanciamento entre os patamares das chapadas à jusante das redes de drenagem gera grandes depressões no sentido norte do Maranhão, onde apenas alguns morros baixos relictuais testemunham as chapadas pré-existentes que foram lentamente destruídas pelos processos erosivos.

Essa marcante variação geoambiental determina a ocupação das espécies da herpetofauna ao longo do Maranhão. Na região Sul do estado, a maior altitude das chapadas gera condições climáticas mais amenas, com menor temperatura e maior pluviosidade. Estas condições mais úmidas e amenas

propiciam a presença de espécies de linhagens tipicamente florestais nos fundos de vale, como os anuros *Allobates crombiei*, *Boana boans*, *Osteocephalus taurinus*, *Proceratophrys* aff. *conconvitypanum* e a serpente *Micrurus surinamensis*. Também ocorrem ou são mais frequentes nesta região espécies típicas do Cerrado central, como *Physalaemus centralis*, *Ameivula* aff. *mumbuca*, *Anolis meridionalis*, *Tropidurus oreadicus*, *Tupinambis quadrilineatus*, *Scinax fuscovarius*, *Scinax similis*, *Chiasmocleis albopunctata*, *Leptodactylus syphax*, *Rhinella ocellata* e *Rhinella mirandaribeiroi*. Neste mesmo compartimento geomorfológico, no estado vizinho do Piauí, também foram registradas outras espécies que ocorrem em ambientes florestais (e.g., *Lithobates palmipes*; RAMALHO *et al.*, 2011) e do Cerrado central e meridional (e.g., *Rhinella veredas*, *Bothrops lutzi*; DAL VECHIO *et al.*, 2013), sendo as suas ocorrências bastante prováveis no Maranhão devido à similaridade geomorfológica supracitada.

Já no Cerrado setentrional do Maranhão, formado principalmente pelas depressões e baixos planaltos, a herpetofauna típica conta com uma presença mais significativa de linhagens amazônicas e de Caatinga, crescente ao norte com a aproximação das respectivas áreas de transição para estes Domínios. Possuindo condições climáticas mais hostis (mais quente e com sazonalidade térmica muito menor), esta região apresenta muitas espécies típicas da Caatinga, como os anuros *Physalaemus albifrons*, *Leptodactylus troglodytes* e *Pleurodema diplolister* e os lagartos *Tropidurus semitaeniatus*, *Phyllopezus polycaris*, *Vanzosaura multiscutata* e *Hemidactylus brasilianus* (Tabela 2; Figura 18 e Figura 19). Outra característica relevante ao longo da variação geoambiental do Maranhão é a presença de solos arenosos. A predominância das rochas areníticas produz em determinadas localidades solos dominados por areia quartzosa, principalmente na Depressões. O ambiente nesses locais, com vegetação menos densa, solo exposto e solto, favorece a ocupação de uma herpetofauna típica, com espécies heliotérmicas como o lagarto *Ameivula* aff. *mumbuca*, criptozóicas como as serpentes *Apostolepis longicaudata*, *Apostolepis polylepis* e *Rodriguesophis iglesiasi*, e fossoriais como as anfisbenas *Amphisbaena maranhensis* e *Amphisbaena ibijara* (raras e endêmicas dessa região).

Substituições de espécies filogeneticamente relacionadas também são marcantes ao longo dessa variação geoambiental. A medida que as depressões se expandem ao norte do Maranhão, muitas espécies típicas do Cerrado tornam-se raras ou desaparecem, sendo em alguns casos substituídas na paisagem por espécies do mesmo gênero que ocorrem na Caatinga. Esta tendência encontra expressão máxima a nordeste do estado na região de Floriano (PI) e Barão de Grajáú (PI), onde os cerrados são empobrecidos estruturalmente. Na maioria dos cursos de água intermitentes, os buritizais ou florestas de galeria úmidas dão lugar a campos temporariamente alagados margeados por carnaúbas, e floresta secas pouco desenvolvidas e muito arbustivas, com aparência mais similar à vegetação de Caatinga. Nesta região, há grande influência de espécies da Caatinga, e diversas substituições de espécies típicas de cada ambiente são notáveis. Como exemplo, os répteis *Tropidurus oreadicus*, *Ameivula* aff. *mumbuca*

e *Epicrates crassus*, e os anuros *Proceratophrys aff. concavitympanum*, *Elachistocleis carvalhoi*, *Rhinella mirandaribeiroi* e *Scinax fuscovarius*, típicos do Cerrado de chapadas do Sul do Maranhão são ali gradativamente substituídos pelos seus congêneres típicos da Caatinga (*Tropidurus hispidus*, *Ameivula cf. pyrrhogularis*, *Epicrates assisi*, *Proceratophrys cristiceps*, *Rhinella granulosa*, *Elachistocleis piauiensis* e *Scinax x-signatus*). Outras espécies típicas da Caatinga que já eram registradas na região do Cerrado de chapadas, como os anuros *Corythomantis greeningi*, *Pleurodema diplolister*, *Physalaemus albifrons* e *Leptodactylus troglodytes*, e os lagartos *Tropidurus semitaeniatus*, *Phyllopezus pollicaris* e *Hemidactylus brasilianus* tornam-se muito mais abundantes nesta região mais seca, bem como presentes em uma maior diversidade de microambientes (Tabela 2; Figura 18 e Figura 19).

A norte do Parque Estadual do Mirador e da Depressão de Floriano, as fisionomias de Cerrado tornam-se pouco frequentes. As depressões e baixos platôs lateríticos são em grande parte ocupados por formações monodominantes de babaçus, como evidente na paisagem das cidades de Dom Pedro, Amarante, Parnarama e Caxias. Entre Amarante e Parnarama, inclusive, grande parte da própria floresta de galeria do Rio Parnaíba é dominada por babaçus. Este tipo vegetacional dominado pelos babaçuais estende-se ao norte até quase alcançar o litoral do estado. Nestes ambientes, a ocorrência de espécies tipicamente amazônicas aumenta, enquanto naturalmente diminui a ocorrência daquelas típicas de Cerrado e Caatinga. No entanto, algumas espécies de Cerrado ainda são facilmente registradas ao longo desse tipo vegetacional, como *Physalaemus cuvieri*, *Trachycephalus typhonius*, *Dendropsophus melanargyreus*, *Dendropsophus nanus*, *Scinax fuscomarginatus*, *Leptodactylus macrosternum*, *Adenomera juikitam* e *Rhinella diptycha* (PAVAN, 2009 a, b, c, d, e; 2015) (Tabela 2; Figura 18 e Figura 19). Algumas manchas de Cerrado mais típico são ainda encontradas a leste do estado, onde o clima apresenta menor pluviosidade e maior sazonalidade, e são observadas, por exemplo, nos arredores de Caxias e Urbano Santos (BEZERRA *et al.*, 2012, MATAVELLI *et al.*, 2019). Naturalmente, nessa região ocorre maior presença de espécies típicas da Caatinga e do Cerrado, como *Leptodactylus troglodytes*, *Pleurodema diplolister* e *Physalaemus albifrons*.

À medida que a pluviosidade aumenta no sentido noroeste do estado, os fundos de vale se tornam cada vez mais úmidos e a rede de drenagem mais densa é formada por pequenos riachos perenes (AB'SABER, 2004). Estes ambientes são então dominados por florestas densas, extensos buritizais e açazais. Os babaçuais vão se tornando cada vez mais restritos aos solos mais drenados dos interflúvios, e as fisionomias abertas naturais tornam-se gradativamente mais escassas. Como consequência, a ocorrência de espécies de herpetofauna tipicamente amazônicas aumenta neste sentido geográfico, sendo frequentes os registros dos anfíbios *Adelphobates galactonotus*, *Allobates crombiei*, *Osteocephalus taurinus*, *Scinax ruber* e *Lithodytes lineatus*, dos lagartos *Kentropyx calcarata*, *Gonatodes humeralis*, *Thecadactylus rapicauda*, *Tupinambis teguixin* e *Anolis ortonii*, e das serpentes *Epicrates*

cenchria e *Oxybelis fulgidus* (PAVAN, 2007, 2016). O panorama ecotonal Amazônia-Cerrado é similar na região sudeste do estado (arredores de Estreito), onde a bacia do Rio Tocantins se encontra com a borda Norte da região do Cerrado de chapadas. A vegetação nessa região é composta por extensas áreas de floresta semidecídua, que desenvolvem-se nos latossolos roxos formados sobre os basaltos da formação Mosquito (AB'SABER, 2004). Novamente, nesta área de contato florestal com o Cerrado também há muita influência amazônica e, além das espécies citadas anteriormente, também foram registrados outros lagartos amazônicos como *Uranoscodon superciliosus* e *Arthrosaura reticulata* (PAVAN, 2007) (Tabela 2; Figura 18 e Figura 19).

À jusante da bacia do Rio Tocantins, este rio já percorre o Domínio amazônico e extensas florestas sazonalmente alagáveis desenvolvem-se em suas margens. A margem maranhense deste grande rio já é dominada por uma paisagem típica deste Domínio. Em nossa amostragem correspondente a este trecho, registramos nos arredores de Marabá (PA) uma fauna tipicamente amazônica, com elevada riqueza de espécies em ambas as margens do Rio Tocantins. Como é característico nos grandes rios amazônicos (SILVA *et al.*, 2005; PAVAN, 2011; MORAES *et al.*, 2016, 2020) já ocorre uma diferenciação de fauna entre as margens do rio Tocantins, incluindo da herpetofauna (PAVAN, 2011), e a porção amazônica à leste deste rio é considerada uma área de endemismo biológico e consideravelmente ameaçada (SILVA *et al.*, 2005). Porém, a diferenciação faunística entre margens do Rio Tocantins não é um resultado apenas do efeito do caudaloso curso de água como barreira geográfica, mas também da própria diferenciação ambiental do ecótono entre Domínios representado entre as margens do rio. Essa diferenciação ambiental é especialmente notável no Bico do Papagaio (divisa PA-MA-TO), onde a margem oeste do Rio Tocantins apresenta terrenos sedimentares com solos arenosos cobertos por grandes áreas de Cerrado onde são comuns espécies típicas desse ambiente que também estão presentes no Cerrado do Maranhão, como o anfíbio *Adenomera juikitam* e os lagartos *Anolis brasiliensis*, *Tropidurus oreadicus* e *Ameivula aff. mumbuca* (PAVAN, 2011). Já a margem leste do Rio Tocantins, abrangendo Maranhão e Pará, é dominada por floresta amazônica e conta com uma herpetofauna típica deste ambiente já nos seus limites distribucionais, onde por exemplo são comuns os registros dos anfíbios *Amazophrynella aff. xinguensis*, *Bona calcarata*, *Osteocephalus aff. oophagus*, *Osteocephalus leprieuri*, *Phyllomedusa bicolor*, *Phyllomedusa vailantii*, *Hyalinobatrachium iaspidiense*, *Trachycephalus cunauaru*, *Pristimantis gr. lacrimosus*, *Leptodactylus pentadactylus*, *Leptodactylus rhodomystax* e *Scinax garbei*, os lagartos *Iphisa elegans*, *Plica plica*, *Loxopholis aff. guianense*, e *Chatogekko amazonicus*, e as serpentes *Xenopholis scalaris*, *Oxyrhopus formosus*, e *Erythrolamprus oligolepis* (PAVAN, 2011) (Tabela 2; Figura 18 e Figura 19). Porém, também registramos espécies tipicamente amazônicas em áreas florestais na margem oeste do Rio Tocantins, como os anfíbios *Allobates sp.*, *Adenomera phonotriccus*, *Adenomera kayapo*, *Engystomops freibergeri*, *Allophryne ruthveni*

e o lagarto *Tretioscincus agilis*, que aparentemente não ocorrem nas florestas da margem leste devido a barreira geográfica imposta pelo rio (PAVAN, 2011). No entanto, amostragens mais extensas são necessárias para confirmar o papel do Rio Tocantins como barreira na diferenciação de uma herpetofauna amazônica também determinada por gradientes ambientais, em um cenário similar ao que foi observado para esses animais, por exemplo, na bacia do Rio Tapajós (MORAES *et al.*, 2016, 2020).

As extensas áreas sazonalmente inundáveis observadas nas margens do Rio Tocantins na região de Marabá e do Bico do Papagaio também mantém uma herpetofauna diferenciada com bastante influência amazônica. Além de populações de espécies aquáticas como os jacarés *Melanosuchus niger*, *Caiman crocodilus* e *Paleosuchus trigonatus*, os quelônios *Podocnemis expansa*, *Podocnemis unifilis*, *Chelus fimbriata* e *Mesoclemmys raniceps* e o anfíbio *Pipa pipa*, na vegetação marginal também ocorrem diversos anfíbios como *Dendropsophus brevifrons*, *Boana boans*, *Boana steinbachi*, *Leptodactylus leptodactyloides*, *Leptodactylus pustulatus*, *Sphaenorhynchus lacteus* e *Pseudis tocantins*. Outras espécies, como *Adenomera andreae* ocorrem em vários ambientes florestais na região, mas são especialmente abundantes em algumas destas áreas alagáveis (PAVAN, 2011). O Domínio da Floresta Amazônica segue ao norte ao longo da bacia do Rio Gurupi, na divisa dos estados do Maranhão e Pará. Este rio não apresenta o porte e o ciclo anual de cheias e vazantes típicos dos grandes rios amazônicos, e conseqüentemente não possui extensas florestas inundáveis em suas margens. No entanto, as florestas de terra firme que o margeiam também apresentam uma herpetofauna tipicamente amazônica, como evidenciado pelos poucos inventários envolvendo essa região (BARRETO *et al.*, 2011; FREITAS *et al.*, 2017).

O litoral maranhense também apresenta uma forte diferenciação Leste-Oeste, sendo a transição desta justamente situada na região da Ilha de São Luís (AB'SABER, 2004). A leste do estado ocorre um litoral mais seco, com sazonalidade pluvial mais marcada, exibindo a intensa ação atual e histórica dos ventos. O menor desenvolvimento da vegetação sobre o solo disponibiliza a areia seca para o vento erodir, transportar e depositar. As paisagens nesta região são, portanto, muito determinadas pela dinâmica eólica, que forma grandes campos de dunas móveis, enquanto tais dunas já ocorrem mais fixadas pela vegetação na região interior (AB'SABER, 2004). Em ambas os tipos de ambientes, os vales das dunas são periodicamente alagados pelas chuvas, formando uma ampla rede de lagoas temporárias. Nestes ambientes foram registradas em inventários secundários diversas espécies de herpetofauna mais generalistas, que ocorrem amplamente nos ambientes de Cerrado, Caatinga e Amazônia nos estados do Maranhão e Piauí (MAI; LOEBMANN, 2010; MIRANDA *et al.*, 2012; ANDRADE *et al.*, 2014, 2016; MATAVELLI *et al.*, 2016; ARAÚJO *et al.*, 2020). Uma notável exceção é o quelônio endêmico dessa região do gênero *Trachemys* (*T. adiutrix*) (MIRANDA *et al.*, 2012), espécie que é considerada bastante ameaçada devido à sua restrição geográfica e ao impacto humano na região (ICMBIO, 2018; IUCN,

2021). Sua endemicidade é bastante relevante visto que esse gênero de quelônios alcança o ápice de sua diversidade ao longo da América do Norte, América Central e extremo noroeste da América do Sul, enquanto as espécies brasileiras estão restritas ao extremo sul do país, muito distantes desta espécie que habita esta paisagem litorânea do leste maranhense formada pela dinâmica eólica.

Já no litoral Oeste, a paisagem sob maior volume de chuva e sazonalidade pluvial menos intensa tem suas áreas de terra firme principalmente ocupadas por florestas de babaçu (na região central do estado) e florestas amazônicas (à oeste do estado) (AB'SABER, 2004). Esta vegetação dificulta a ação eólica observada no litoral leste, apesar de ainda ocorrerem algumas manchas de acúmulo de areia já cobertas pela vegetação. Nos fundos de vales dessa região, além dos buritizais e açazais, ocorrem também amplas áreas baixas alagáveis (os campos inundáveis do Maranhão) e as rias, feições que caracterizam este litoral. Estas rias compreendem grandes extensões de vales alagados periodicamente pela ação das altas marés, formando uma floresta ciliar de manguezais entre trechos de florestas de babaçu nos interflúvios, com baixíssima disponibilidade de água doce.

Na Ilha de São Luís, amostramos esse tipo de ambiente em áreas próximas as baías de São Marcos e São José (PAVAN, 2016), e a herpetofauna era composta por uma mistura de espécies tipicamente amazônicas com espécies de Cerrado, mas abrigando uma diversidade de espécies muito menor do que seria esperado para um ambiente amazônico, especialmente considerando anuros com reprodução aquática. Foram notáveis nestes inventários as ausências de espécies de anuros arborícolas com essa estratégia reprodutiva, como *Osteocephalus taurinus* e *Boana boans*, que foram registrados na maioria das áreas de Amazônia e Cerrado amostradas por nós ao longo do estado. Também não foram registradas nenhuma serpente do gênero *Bothrops* ou lagarto do gênero *Anolis*. Estas ausências são bastante incomuns, e vale ressaltar que estas áreas foram amostradas em um longo prazo (PAVAN, 2016), sendo muito improvável que representem falsos negativos devido a vieses amostrais. Por outro lado, outras espécies são especialmente abundantes nessa paisagem, como o anfíbio *Adenomera hylaedactyla*, que possui reprodução terrestre. Este padrão de abundâncias diferenciais parece ser determinado pela baixa disponibilidade e alta salinidade dos ambientes aquáticos de água doce presentes nas florestas das rias (PAVAN, 2016). Vale ressaltar também que, na ilha de São Luís, a diversidade está historicamente sujeita ao efeito da insularização e da grande degradação ambiental causada pela expansão desordenada da ocupação humana, e a herpetofauna registrada ali talvez não represente a que tipicamente ocorre na paisagem litorânea dominada pelas rias e extensos manguezais do oeste do Maranhão.

Cabe também destacar o registro nesta região de uma espécie de pequeno lagarto de folheto na Ilha de São Luís (*Colobosauroides cearensis*) (PAVAN, 2016), que representa o único ponto conhecido de ocorrência da espécie no Maranhão e está sendo documentado cientificamente. Esta

espécie é conhecida de localidades isoladas de fragmentos florestais principalmente no estado do Ceará, mas também em regiões mais úmidas isoladas na Caatinga (brejos de altitude), como na Serra de Baturité (BORGES-NOJOSA; CARAMASCHI, 2003). Tipicamente, estes fragmentos florestais no Nordeste brasileiro apresentam uma influência faunística mista de espécies da Amazônia e da Floresta Atlântica. Portanto, apesar da predominância de espécies do Cerrado e da Amazônia oriental na herpetofauna do Maranhão, a presença desta espécie no litoral e do anfíbio *Leptodactylus natalensis* ao Sul são indicações de que as formações florestais do estado tiveram conexões históricas com os resquícios florestais da Caatinga e com a própria Floresta Atlântica do litoral nordestino.

7.3 As ameaças a diversidade da herpetofauna no Maranhão

Enquanto realizávamos os levantamentos que suportam esse diagnóstico, que, contribuíram para um considerável avanço no reconhecimento da diversidade da herpetofauna do Maranhão e da ocorrência e abundância das espécies desse grupo ao longo dos gradientes ambientais locais e regionais do estado, testemunhamos uma intensa perda e degradação dos ambientes naturais (PAVAN, 2007, 2009 a, b, c, d, e, 2011, 2015, 2016; BEZERRA *et al.*, 2012). Algumas vezes, tais impactos eram naturalmente gerados pelos próprios empreendimentos que financiavam os estudos, cujo propósito inicial era justamente fornecer informações para subsidiar medidas para evitar, mitigar ou compensar esses impactos.

Uma simples e rápida observação do estado do Maranhão através de imagens de satélites atuais permite o rápido reconhecimento de diversas áreas cuja vegetação natural foi inteiramente ou quase totalmente removida, especialmente na sua porção Amazônica (Figura 17). O desmatamento é tamanho nesta região que as estimativas apontam para uma perda de cerca de 2/3 de sua cobertura florestal histórica (SILVA *et al.*, 2005), e grande parte dos remanescentes não chegam sequer perto de possuir a proporção esperada pelas leis estabelecidas de reservas legais e áreas de preservação permanente (APPs) (Figura 17). Sendo assim, é razoável estimar que a maioria das espécies tipicamente florestais da herpetofauna maranhense sofreram gargalos populacionais históricos ou extinções locais nesta região tão impactada, ou estão vivenciando esses processos atualmente.

Os fragmentos de vegetação natural, geralmente pequenos, isolados, estreitos e com intenso efeito de borda, são ainda intensamente sujeitos ao fogo, ao corte seletivo de madeira e a degradação causada pela entrada de gado em seus interiores. A fauna de anfíbios é especialmente suscetível a este processo de fragmentação por que diversos fragmentos florestais não apresentam fundos de vale e portanto faltam córregos e brejos em seu interior. Mesmo quando os fragmentos apresentam tais cursos de água, muitas vezes estes sofrem o impacto do assoreamento e contaminação proveniente das

pastagens ou lavouras vizinhas, que alimentam os ambientes aquáticos com sedimentos em excesso e resíduos de agrotóxicos, causando intensa degradação e afetando diretamente a fauna que depende destes ambientes. Na Ilha de São Luís, especialmente na Zona Industrial do Porto do Itaqui, a movimentação de solo para instalação da infraestrutura é realizada sem grandes cuidados, causando grandes processos erosivos e assoreamento e morte de buritizais, açazais e até de apicuns e manguezais (PAVAN, 2016). Este impacto é bastante negativo na manutenção da qualidade das fontes de água doce, sendo este um recurso naturalmente limitado no interior da ilha, e dos ambientes estuarinos da baía de São Marcos que recebem esta água. Como consequência, esse impacto afeta negativamente diversas espécies de anfíbios que possuem reprodução aquática, já que estes ambientes são fundamentais para a viabilidade de suas populações.

Cabe também ressaltar aqui algumas espécies tipicamente florestais que parecem especialmente afetadas e ameaçadas pelos impactos humanos históricos e recentes no Maranhão. Na área a leste do Rio Tocantins, incluindo parte do Pará e Maranhão, o extenso desmatamento certamente está reduzindo muito a diversidade de herpetofauna florestal como um todo, e ameaça especialmente o lagarto *Stenocercus dumerillii*, endêmico dessa região. Esta espécie é considerada bastante rara e sua distribuição total e biologia ainda permanecem pouco conhecidas, mas preferencialmente habita florestas semidecíduais e estes ambientes já estão consideravelmente impactados na região, além de pouco representados em unidades de conservação (ICMBIO, 2018). Pelas informações disponíveis, outras duas espécies de lagartos, *Enyalius leechi* e *Colobosauroides cearensis*, apresentam um grande risco de serem extintas localmente no Maranhão, visto que são espécies tipicamente florestais conhecidas de poucos registros no estado, bastante espaçadas temporalmente e provenientes de poucas localidades, que estão justamente situadas em áreas sob intensa pressão de desmatamento.

Mesmo em áreas de desmatamento mais recente, onde as reservas legais e as APPs estão sendo preservadas, a paisagem que está sendo formada muito dificilmente manterá os processos ecológicos e as características funcionais que permitem a manutenção da diversidade da herpetofauna registrada atualmente. Isso ocorre pois os impactos são especialmente direcionados em determinados ambientes, afetando de maneira desigual a diversidade que está distribuída diferencialmente entre os gradientes ambientais da região. Enquanto os remanescentes de vegetação natural são em via de regra localizados em áreas de menor interesse econômico, como encostas inclinadas, solos rasos ou pedregosos, ou áreas de difícil acesso, na região do Cerrado de chapadas, o topo naturalmente mais plano destas tem sido historicamente desmatado e convertido em plantações de grãos com intenso uso de defensivos, fertilizantes e calagem. Como a fauna é distinta entre estes tipos de ambientes, as populações das espécies típicas dos cerrados de topo de chapada estão apenas sendo efetivamente preservadas em pequenas e isoladas unidades de conservação estaduais e federais, como na Estação

Ecológica de Uruçuí-UNA (PI) e no Parque Estadual do Mirador (MA). Já os ambientes de cerrado que ocorrem nas depressões dessa região de chapadas tem recebido menor foco da agricultura mecanizada, e são mais impactados pela pecuária extensiva estabelecida na própria vegetação natural. Porém, justamente nestas áreas desenvolvem-se as manchas de solo arenoso características da região, que abrigam espécies únicas relativamente restritas às áreas sedimentares do Cerrado setentrional, como as serpentes *Apostolepis polylepis*, *Apostolepis longicaudata* e *Rodriguesophis iglesi* e a anfisbena *Amphisbaena maranhensis*.

Uma importante ameaça aos ambientes ripários do Maranhão são os grandes projetos hidrelétricos, que historicamente causaram e continuam causando a perda de grandes extensões de rios, matas de galeria, áreas naturalmente inundáveis e lagoas naturais. Estes locais são justamente os sítios reprodutivos de anfíbios de várias espécies, e a reconfiguração de suas dinâmicas hidrológicas naturais contribuem para a diminuição significativa do recrutamento de indivíduos em suas populações ao longo de grandes extensões geográficas. As populações de jacarés e quelônios aquáticos são igualmente altamente afetadas por esses empreendimentos, através da perda de habitat, da formação de barreiras ao seu deslocamento natural impostas pelas barragens, e/ou através de alterações da dinâmica fluvial a jusante da intervenção, interferindo no ciclo sazonal de inundações e nos ambientes que são mantidos por esse fluxo fluvial natural.

Mesmo áreas atualmente preservadas são sujeitas ao impacto das ações humanas em seu entorno. No Parque Estadual do Mirador, por exemplo, as grandes áreas úmidas com campos e buritizais das nascentes do Rio Itapecuru, que ainda mantém uma rica e abundante fauna de anfíbios e répteis, estão totalmente circundadas por chapadas ocupadas por lavouras de grãos com uso intensivo de insumos. Como a recarga dos aquíferos que abastecem as nascentes nesta região ocorre no topo destas chapadas, há a possibilidade de contaminação a longo prazo dos corpos d'água do interior da unidade de conservação. Tais aquíferos aluviais em áreas naturais, que representam grandes reservas de água de boa qualidade, são de fato ambientes de extrema importância para a manutenção e a viabilidade da herpetofauna, especialmente dos anfíbios. Assim, é evidente que preservar a diversidade destes animais nesse contexto significa também preservar a qualidade destes recursos hídricos, que serão cada vez mais escassos e críticos num futuro muito próximo.

Por fim, ressaltamos que esta enorme redução das áreas naturais no estado do Maranhão durante um curto período temporal torna ainda mais urgente a obtenção de dados mais completos sobre a distribuição e composição da biodiversidade em suas paisagens naturais. O panorama geral apresentado neste diagnóstico é inferido por generalizações que certamente deverão ser revisadas e detalhadas à medida que extensas regiões do estado pouco ou nunca amostradas sejam melhor inventariadas, como o interior do estado e os trechos oeste e leste de sua faixa litorânea. Tal acúmulo

contínuo de informações é chave para que possamos compreender como os processos naturais atuaram para determinar os padrões da biodiversidade observados atualmente, como também para auxiliar-nos na manutenção e no desenvolvimento de paisagens idealmente limpas, belas, vivas, saudáveis e biodiversas para o futuro.

Tabela 2 – Lista de espécies de anfíbios e répteis do estado do Maranhão, baseada em dados primários obtidos nos levantamentos considerados neste diagnóstico (i.e., incluindo zonas de divisas estaduais), e em dados secundários obtidos na literatura. São apresentados os biomas do estado com ocorrência típica das espécies, status de conservação de acordo com avaliações de fontes de caráter nacional (ICMBIO, 2018) e internacional (IUCN, 2021), o tipo de fonte sustentando o registro, bem como os dados de ocorrência das espécies (X) para cada localidade amostrada, no caso de dados primários (ver Figura 17 para localização geográfica destas localidades). Principais biomas: (AM) Amazônia; (CE) Cerrado; (CA) Caatinga; (MA) Marinho. Status de conservação: (CR) Em perigo crítico; (EN) Em perigo; (VU) Vulnerável; (NT) Quase ameaçada; (DD) Dados deficientes; (LC) Pouco preocupante; (NE) Não avaliado.

Táxon	Principais biomas	Status (ICMBIO)	Status (IUCN)	Fonte de registro
Classe Amphibia				
Ordem Anura				
Família Allophrynidae				
<i>Allophryne ruthveni</i> Gaige, 1926	AM	LC	LC	1
Família Aromobatidae				
<i>Allobates crombiei</i> (Morales, 2002)	AM, CE	DD	DD	1
<i>Allobates</i> sp.	AM	NE	NE	1
Família Bufonidae				
<i>Amazophrynella</i> aff. <i>xinguensis</i>	AM	NE	NE	1
<i>Rhaebo guttatus</i> (Schneider, 1799)	AM, CE	LC	LC	1
<i>Rhinella diptycha</i> (Cope, 1862)	CE, CA	LC	LC	1
<i>Rhinella gildae</i> Vaz-Silva et al., 2015	AM, CE	NE	NE	1
<i>Rhinella granulosa</i> (Spix, 1824)	CA	LC	LC	1
<i>Rhinella marina</i> (Linnaeus, 1758)	AM, CE	LC	LC	1
<i>Rhinella mirandaribeiroi</i> (Gallardo, 1965)	CE	LC	NE	1
<i>Rhinella ocellata</i> (Günther, 1858)	CE	LC	LC	1

Táxon	Principais biomas	Status (ICMBIO)	Status (IUCN)	Fonte de registro
Família Centrolenidae				
<i>Hyalinobatrachium iaspidiense</i> (Ayarzagüena, 1992)	AM	LC	DD	1
<i>Teratohyla midas</i> (Lynch & Duellman, 1973)	AM	LC	LC	2
Família Ceratophryidae				
<i>Ceratophrys comuta</i> (Linnaeus, 1758)	AM	LC	LC	1
Família Craugastoridae				
<i>Barycholos ternetzi</i> (Miranda-Ribeiro, 1937)	CE	LC	LC	1
<i>Pristimantis moa</i> Oliveira et al., 2020	AM, CE	NE	NE	1
<i>Pristimantis</i> cf. <i>giorgii</i>	AM	NE	NE	1
<i>Pristimantis</i> cf. <i>latro</i>	AM	NE	NE	1
<i>Pristimantis</i> gr. <i>lacrimosus</i>	AM	NE	NE	1
Família Dendrobatidae				
<i>Adelphobates galactonotus</i> (Steindachner, 1864)	AM	LC	LC	1
Família Hylidae				
<i>Boana</i> aff. <i>semilineata</i>	AM	NE	NE	1
<i>Boana appendiculata</i> (Boulenger, 1882)	AM	NE	NE	1
<i>Boana boans</i> (Linnaeus, 1758)	AM, CE	LC	LC	1
<i>Boana calcarata</i> (Troschel, 1848)	AM	LC	LC	1
<i>Boana cinerascens</i> (Spix, 1824)	AM	LC	LC	1
<i>Boana crepitans</i> (Wied-Neuwied, 1824)	CA	LC	LC	19
<i>Boana multifasciata</i> (Günther, 1859)	AM, CE, CA	LC	LC	1
<i>Boana punctata</i> (Schneider, 1799)	AM, CE	LC	LC	1
<i>Boana raniceps</i> (Cope, 1862)	AM, CE, CA	LC	LC	1
<i>Boana steinbachi</i> (Boulenger, 1905)	AM	NE	NE	1
<i>Corythomantis greeningi</i> Boulenger, 1896	CE	LC	LC	1
<i>Dendropsophus anataliasiasi</i> (Bokermann, 1972)	CE	LC	LC	1
<i>Dendropsophus brevifrons</i> (Duellman & Crump, 1974)	AM	LC	LC	1
<i>Dendropsophus cruzi</i> (Pombal & Bastos, 1998)	CE	LC	LC	1
<i>Dendropsophus</i> gr. <i>leucophyllatus</i>	AM, CE	NE	NE	1

Táxon	Principais biomas	Status (ICMBIO)	Status (IUCN)	Fonte de registro
<i>Dendropsophus marmoratus</i> (Laurenti, 1768)	AM	LC	LC	3
<i>Dendropsophus melanargyreus</i> (Cope, 1887)	AM, CE	LC	LC	1
<i>Dendropsophus minusculus</i> (Rivero, 1971)	AM, CE, CA	LC	LC	1
<i>Dendropsophus minutus</i> (Peters, 1872)	AM, CE, CA	LC	LC	1
<i>Dendropsophus nanus</i> (Boulenger, 1889)	AM, CE, CA	LC	LC	1
<i>Dendropsophus rubicundulus</i> (Reinhardt & Lütken, 1862)	CE	LC	LC	1
<i>Dendropsophus soaresi</i> (Caramaschi & Jim, 1983)	CE, CA	LC	LC	1
<i>Osteocephalus taurinus</i> Steindachner, 1862	AM, CE	LC	LC	1
<i>Osteocephalus</i> aff. <i>oophagus</i>	AM	LC	LC	1
<i>Osteocephalus</i> aff. <i>leprieurii</i>	AM	NE	NE	1
<i>Pseudis paradoxa</i> (Linnaeus, 1758)	AM	LC	LC	4
<i>Pseudis tocantins</i> Caramaschi & Cruz, 1998	CE	LC	LC	1
<i>Scinax constrictus</i> Lima et al., 2004	CA	LC	LV	19
<i>Scinax fuscomarginatus</i> (Lutz, 1925)	CE	LC	LC	1
<i>Scinax fuscovarius</i> (Lutz, 1925)	CE, CA	LC	LC	1
<i>Scinax garbei</i> (Miranda-Ribeiro, 1926)	AM	LC	LC	1
<i>Scinax nebulosus</i> (Spix, 1824)	AM, CE, CA	LC	LC	1
<i>Scinax ruber</i> (Laurenti, 1768)	AM, CE	LC	LC	1
<i>Scinax x-signatus</i> (Spix, 1824)	CA	LC	LC	1
<i>Scinax</i> aff. <i>similis</i>	CE, CA	NE	NE	1
<i>Scinax</i> aff. <i>cruentomma</i>	AM	NE	NE	1
<i>Sphaenorhynchus lacteus</i> (Daudin, 1800)	AM, CE	LC	LC	1
<i>Trachycephalus cunauaru</i> Gordo et al., 2013	AM, CE	NE	NE	1
<i>Trachycephalus typhonius</i> (Linnaeus, 1758)	AM, CE, CA	LC	LC	1
Familia Leptodactylidae				
<i>Adenomera andreae</i> (Müller, 1923)	AM	LC	LC	1
<i>Adenomera cotuba</i> Carvalho et al., 2021	CE	NE	NE	5
<i>Adenomera hylaedactyla</i> (Cope, 1868)	AM, CE	LC	LC	1
<i>Adenomera juikitam</i> Steindachner, 1867	CE, CA	NE	NE	1

Táxon	Principais biomas	Status (ICMBIO)	Status (IUCN)	Fonte de registro
<i>Adenomera kayapo</i> Carvalho <i>et al.</i> , 2021	AM, CE	NE	NE	1
<i>Adenomera saci</i> Carvalho & Giaretta, 2013	CE	NE	NE	1
<i>Adenomera gr. martinezi</i>	CE	NE	NE	1
<i>Adenomera phonotriccus</i> Carvalho <i>et al.</i> , 2019	AM	NE	NE	6
<i>Engystomops freibergeri</i> (Donoso-Barros, 1969)	AM	LC	LC	6
<i>Leptodactylus fuscus</i> (Schneider, 1799)	AM, CE, CA	LC	LC	1
<i>Leptodactylus leptodactyloides</i> (Andersson, 1945)	AM	LC	LC	1
<i>Leptodactylus macrosternum</i> Miranda-Ribeiro, 1926	AM, CE, CA	LC	LC	1
<i>Leptodactylus mystaceus</i> (Spix, 1824)	AM, CE, CA	LC	LC	1
<i>Leptodactylus natalensis</i> Lutz, 1930	CE, CA	LC	LC	1
<i>Leptodactylus paraensis</i> Heyer, 2005	AM	LC	LC	1
<i>Leptodactylus pentadactylus</i> (Laurenti, 1768)	AM	LC	LC	1
<i>Leptodactylus petersii</i> (Steindachner, 1864)	AM	LC	LC	1
<i>Leptodactylus podicipinus</i> (Cope, 1862)	CE, CA	LC	LC	1
<i>Leptodactylus pustulatus</i> (Peters, 1870)	CE, CA	LC	LC	1
<i>Leptodactylus rhodomystax</i> Boulenger, 1884	AM	LC	LC	1
<i>Leptodactylus sertanejo</i> Giaretta & Costa, 2007	CE	LC	LC	7
<i>Leptodactylus syphax</i> Bokermann, 1969	CE	LC	LC	1
<i>Leptodactylus troglodytes</i> Lutz, 1926	CE, CA	LC	LC	1
<i>Leptodactylus vastus</i> Lutz, 1930	CE, CA	LC	LC	1
<i>Lithodytes lineatus</i> (Schneider, 1799)	AM, CE	LC	LC	1
<i>Physalaemus albifrons</i> (Spix, 1824)	CE, CA	LC	LC	1
<i>Physalaemus centralis</i> Bokermann, 1962	CE	LC	LC	1
<i>Physalaemus cuvieri</i> Fitzinger, 1826	CE, CA	LC	LC	1
<i>Physalaemus ephippifer</i> (Steindachner, 1864)	AM	LC	LC	1
<i>Physalaemus nattereri</i> (Steindachner, 1863)	CE, CA	LC	LC	1
<i>Pleurodema diplolister</i> (Peters, 1870)	CE, CA	LC	LC	1
<i>Pseudopaludicola canga</i> Giaretta & Kokubum, 2003	AM, CE, CA	LC	DD	1
<i>Pseudopaludicola jaredi</i> Andrade <i>et al.</i> , 2016	CE, CA	NE	NE	1

Táxon	Principais biomas	Status (ICMBIO)	Status (IUCN)	Fonte de registro
<i>Pseudopaludicola mystacalis</i> (Cope, 1887)	CE, CA	LC	LC	1
<i>Pseudopaludicola</i> sp.	-	NE	NE	1
Família Microhylidae				
<i>Chiasmocleis albopunctata</i> (Boettger, 1885)	CE	LC	LC	1
<i>Ctenophryne geayi</i> Mocquard, 1904	AM	LC	LC	1
<i>Dermatonotus muelleri</i> (Boettger, 1885)	CE	LC	LC	1
<i>Elachistocleis bumbameuboi</i> Caramaschi, 2010	CE	LC	DD	8
<i>Elachistocleis carvalhoi</i> Caramaschi, 2010	AM, CE	LC	LC	1
<i>Elachistocleis piauiensis</i> Caramaschi & Jim, 1983	CE, CA	LC	LC	1
Família Odontophrynidae				
<i>Proceratophrys</i> aff. <i>concavitympanum</i>	AM, CE	NE	NE	1
<i>Proceratophrys cristiceps</i> (Müller, 1883)	CE, CA	LC	LC	1
Família Phyllomedusidae				
<i>Callimedusa tomopterna</i> (Cope, 1868)	AM	LC	LC	1
<i>Phyllomedusa bicolor</i> (Boddaert, 1772)	AM	LC	LC	1
<i>Phyllomedusa vaillantii</i> Boulenger, 1882	AM	LC	LC	1
<i>Pithecopus azureus</i> (Cope, 1862)	CE, CA	LC	LC	1
<i>Pithecopus hypochondrialis</i> (Daudin, 1800)	AM, CE	LC	LC	1
<i>Pithecopus nordestinus-gonzagai</i>	CA	LC	LC	6
Família Pipidae				
<i>Pipa pipa</i> (Linnaeus, 1758)	AM	LC	LC	1
Ordem Gymnophiona				
Família Caeciliidae				
<i>Caecilia gracilis</i> Shaw, 1802	AM, CE	LC	LC	1
<i>Caecilia tentaculata</i> Linnaeus, 1758	AM	LC	LC	9
Família Siphonopidae				
<i>Siphonops paulensis</i> Boettger, 1892	CE	LC	LC	1
Classe Reptilia				
Ordem Squamata				

Táxon	Principais biomas	Status (ICMBIO)	Status (IUCN)	Fonte de registro
Subordem "Sauria"				
Família Dactyloidae				
<i>Anolis brasiliensis</i> Vanzolini & Williams, 1970	CE	LC	LC	1
<i>Anolis fuscoauratus</i> D'Orbigny, 1837	AM	LC	LC	1
<i>Anolis meridionalis</i> Boettger, 1885	CE	LC	LC	1
<i>Anolis ortonii</i> Cope, 1868	AM	LC	NE	1
<i>Anolis punctatus</i> Daudin, 1802	AM	LC	LC	1
Família Gekkonidae				
<i>Hemidactylus agrisus</i> Vanzolini, 1978	CA	LC	LC	10
<i>Hemidactylus brasilianus</i> (Amaral, 1935)	CE, CA	LC	LC	1
<i>Hemidactylus mabouia</i> (Moreau de Jonnés, 1818)	AM, CE, CA	LC	LC	1
Família Gymnophthalmidae				
<i>Arthrosaura reticulata</i> (O'Shaughnessy, 1881)	AM	LC	LC	1
<i>Cercosaura argula</i> Peters, 1862	AM	LC	LC	3
<i>Cercosaura olivacea</i> (Gray, 1845)	CE	NE	NE	11
<i>Colobosaura modesta</i> (Reinhardt & Luetken, 1862)	CE	LC	NE	1
<i>Colobosauroides cearensis</i> Cunha <i>et al.</i> , 1991	CE	LC	LC	1
<i>Iphisa elegans</i> Gray, 1851	AM	LC	LC	1
<i>Loxopholis aff. guianense</i>	AM	NE	NE	1
<i>Loxopholis percarinatum</i> (Müller, 1923)	AM	LC	LC	1
<i>Micrablepharus maximiliani</i> (Reinhardt & Luetken, 1862)	CE	LC	LC	1
<i>Neusticurus bicarinatus</i> (Linnaeus, 1758)	AM, CE	LC	LC	1
<i>Tretioscincus agilis</i> (Ruthven, 1916)	AM	LC	LC	6
<i>Vanzosaura multiscutata</i> (Amaral, 1933)	CE, CA	LC	LC	1
Família Hoplocercidae				
<i>Hoplocercus spinosus</i> Fitzinger, 1843	CE	LC	NE	1
Família Iguanidae				
<i>Iguana iguana</i> (Linnaeus, 1758)	AM, CE, CA	LC	LC	1
Família Leiosauridae				

Táxon	Principais biomas	Status (ICMBIO)	Status (IUCN)	Fonte de registro
<i>Enyalius leechii</i> (Boulenger, 1885)	AM	LC	LC	12
Família Phyllodactylidae				
<i>Gymnodactylus amarali</i> Barbour, 1925	CE	LC	LC	1
<i>Gymnodactylus geckoides</i> Spix, 1825	CE, CA	LC	LC	1
<i>Phyllopezus pollicaris</i> (Spix, 1825)	CE, CA	LC	LC	1
<i>Thecadactylus rapicauda</i> (Houttuyn, 1782)	AM	LC	LC	1
Família Polychrotidae				
<i>Polychrus acutirostris</i> Spix, 1825	CE, CA	LC	LC	1
<i>Polychrus marmoratus</i> (Linnaeus, 1758)	AM, CE	LC	LC	1
Família Scincidae				
<i>Brasiliscincus heathi</i> (Schmidt & Inger, 1951)	CE	LC	LC	1
<i>Copeoglossum nigropunctatum</i> (Spix, 1825)	AM, CE, CA	LC	LC	1
<i>Notomabuya frenata</i> (Cope, 1862)	CE	LC	LC	1
<i>Varzea bistriata</i> (Spix, 1825)	AM	LC	LC	13
Família Sphaerodactylidae				
<i>Chatogekko amazonicus</i> (Andersson, 1918)	AM	LC	LC	1
<i>Coleodactylus brachystoma</i> (Amaral, 1935)	CE	LC	NE	1
<i>Coleodactylus meridionalis</i> (Boulenger, 1888)	CE, CA	LC	LC	1
<i>Gonatodes humeralis</i> (Guichenot, 1855)	AM, CE	LC	LC	1
Família Teiidae				
<i>Ameiva ameiva</i> (Linnaeus, 1758)	AM, CE, CA	LC	LC	1
<i>Ameivula ocellifera</i> (Spix, 1825)	CE, CA	LC	LC	10
<i>Ameivula</i> aff. <i>mumbuca</i>	CE	NE	NE	1
<i>Ameivula</i> cf. <i>pyrrhogularis</i>	CE, CA	LC	LC	1
<i>Cnemidophorus cryptus</i> Cole & Dessauer, 1993	AM	LC	NE	1
<i>Kentropyx calcarata</i> Spix, 1825	AM, CE	LC	LC	1
<i>Dracaena guianensis</i> Daudin, 1801	AM	LC	LC	10
<i>Salvator merianae</i> Duméril & Bibron, 1839	CE, CA	LC	LC	1
<i>Tupinambis quadrilineatus</i> Manzani & Abe, 1997	CE	LC	LC	1

Táxon	Principais biomas	Status (ICMBIO)	Status (IUCN)	Fonte de registro
<i>Tupinambis teguixin</i> (Linnaeus, 1758)	AM	LC	LC	1
Família Tropiduridae				
<i>Plica plica</i> (Linnaeus, 1758)	AM	LC	LC	1
<i>Plica umbra</i> (Linnaeus, 1758)	AM	LC	LC	1
<i>Stenocercus dumerilii</i> (Steindachner, 1867)	AM, CE	VU	NE	1
<i>Tropidurus hispidus</i> (Spix, 1825)	CE, CA	LC	LC	1
<i>Tropidurus oreadicus</i> Rodrigues, 1987	CE, CA	LC	LC	1
<i>Tropidurus semitaeniatus</i> (Spix, 1825)	CA	LC	LC	1
<i>Tropidurus torquatus</i> (Wied, 1820)	CE	LC	LC	1
<i>Uracentron azureum</i> (Linnaeus, 1758)	AM	LC	LC	10
<i>Uranoscodon superciliosus</i> (Linnaeus, 1758)	AM	LC	LC	1
Subordem Amphisbaenia				
Família Amphisbaenidae				
<i>Amphisbaena alba</i> Linnaeus, 1758	AM, CE, CA	LC	LC	1
<i>Amphisbaena anomala</i> (Barbour, 1914)	AM, CE	LC	NE	10
<i>Amphisbaena filiformis</i> Ribeiro <i>et al.</i> , 2016	CE	NE	NE	1
<i>Amphisbaena fuliginosa</i> Linnaeus, 1758	AM	LC	LC	1
<i>Amphisbaena ibijara</i> Rodrigues <i>et al.</i> , 2003	CE	LC	NE	1
<i>Amphisbaena kraoh</i> (Vanzolini, 1971)	CE	LC	NE	14
<i>Amphisbaena maranhensis</i> Gomes & Maciel, 2012	CE	DD	NE	1
<i>Amphisbaena miringoera</i> Vanzolini, 1971	AM, CE	LC	NE	1
<i>Amphisbaena mitchelli</i> Procter, 1923	AM	LC	NE	10
<i>Amphisbaena vermicularis</i> Wagler, 1824	AM, CE, CA	LC	LC	1
<i>Leposternon microcephalum</i> Wagler, 1824	AM, CE, CA	LC	LC	15
<i>Leposternon polystegum</i> (Duméril, 1851)	AM, CE, CA	LC	LC	1
Subordem Serpentes				
Família Aniliidae				
<i>Anilius scytale</i> (Linnaeus, 1758)	AM, CE	LC	LC	1
Família Anomalepididae				

Táxon	Principais biomas	Status (ICMBIO)	Status (IUCN)	Fonte de registro
<i>Liotyphlops ternetzii</i> (Boulenger, 1896)	AM, CE	LC	LC	1
Família Boidae				
<i>Boa constrictor</i> Linnaeus, 1758	AM, CE, CA	LC	LC	1
<i>Corallus batesii</i> (Gray, 1860)	AM	LC	LC	1
<i>Corallus hortulana</i> (Linnaeus, 1758)	AM, CE	LC	LC	1
<i>Epicrates assisi</i> Machado, 1945	CA	LC	NE	1
<i>Epicrates cenchria</i> (Linnaeus, 1758)	AM	LC	NE	1
<i>Epicrates crassus</i> Cope, 1862	CE	LC	NE	1
<i>Eunectes murinus</i> (Linnaeus, 1758)	AM, CE	LC	NE	1
Família Colubridae				
<i>Chironius carinatus</i> (Linnaeus, 1758)	AM, CE, CA	LC	LC	1
<i>Chironius exoletus</i> (Linnaeus, 1758)	AM, CE	LC	LC	1
<i>Chironius flavolineatus</i> (Jan, 1863)	CE, CA	LC	LC	1
<i>Chironius fuscus</i> (Linnaeus, 1758)	AM	LC	LC	1
<i>Chironius multiventris</i> Schmidt & Walker, 1943	AM	LC	LC	16
<i>Chironius scurrulus</i> (Wagler, 1824)	AM	LC	LC	1
<i>Drymarchon corais</i> (Boie, 1827)	AM, CE, CA	LC	LC	1
<i>Drymoluber dichrous</i> (Peters, 1863)	AM	LC	LC	1
<i>Leptophis ahaetulla</i> (Linnaeus, 1758)	AM, CE, CA	LC	LC	1
<i>Mastigodryas boddaerti</i> (Santzen, 1796)	AM, CE	LC	LC	1
<i>Oxybelis aeneus</i> (Wagler, 1824)	AM, CE, CA	LC	LC	1
<i>Oxybelis fulgidus</i> (Daudin, 1803)	AM	LC	LC	1
<i>Palusophis bifossatus</i> (Raddi, 1820)	CE, CA	LC	LC	1
<i>Phrynonax polylepis</i> (Peters, 1867)	AM	LC	LC	1
<i>Rhinobothryum lentiginosum</i> (Scopoli, 1785)	AM	LC	LC	16
<i>Spilotes pullatus</i> (Linnaeus, 1758)	AM, CE, CA	LC	LC	1
<i>Spilotes sulphureus</i> (Wagler, 1824)	AM	LC	LC	1
<i>Tantilla melanocephala</i> (Linnaeus, 1758)	AM, CE, CA	LC	LC	1
Família Dipsadidae				

Táxon	Principais biomas	Status (ICMBIO)	Status (IUCN)	Fonte de registro
<i>Apostolepis cearensis</i> Gomes, 1915	CE, CA	LC	LC	1
<i>Apostolepis longicaudata</i> Gomes, 1921	AM, CE	LC	LC	1
<i>Apostolepis nigrolineata</i> (Peters, 1869)	AM, CE	LC	LC	1
<i>Apostolepis polylepis</i> (Amaral, 1922)	CE	LC	LC	1
<i>Apostolepis sanctaeritae</i> Werner, 1924	CE	LC	LC	1
<i>Apostolepis</i> aff. <i>flavotorquata</i>	CE	NE	NE	1
<i>Atractus akerios</i> Melo-Sampaio et al., 2021	AM	NE	NE	17
<i>Atractus albuquerquei</i> Cunha & Nascimento, 1983	AM, CE	LC	LC	1
<i>Atractus alphonsehogei</i> Cunha & Nascimento, 1983	AM	LC	LC	16
<i>Atractus snethlageae</i> Cunha & Nascimento, 1983	AM, CE	LC	LC	1
<i>Atractus tartarus</i> Passos, Prudente & Lynch, 2016	AM	NE	NE	1
<i>Boiruna sertaneja</i> Zaher, 1996	CA	LC	NE	16
<i>Chlorosoma viridissimum</i> (Linnaeus, 1758)	CE, CA	LC	LC	16
<i>Clelia clelia</i> (Daudin, 1803)	AM, CE	LC	LC	1
<i>Dipsas catesbyi</i> (Santzen, 1796)	AM	LC	LC	1
<i>Dipsas mikanii</i> (Schlegel, 1837)	CE, CA	LC	LC	1
<i>Dipsas pavonina</i> Schlegel, 1837	AM	LC	LC	16
<i>Dipsas variegata</i> (Duméril et al., 1854)	AM	LC	LC	16
<i>Drepanoides anomalus</i> (Jan, 1863)	AM	LC	LC	1
<i>Erythrolamprus aesculapii</i> (Linnaeus, 1766)	AM, CE	LC	LC	16
<i>Erythrolamprus almadensis</i> (Wagler, 1824)	CE	LC	LC	1
<i>Erythrolamprus miliaris</i> (Linnaeus, 1758)	AM, CE, CA	LC	LC	10
<i>Erythrolamprus oligolepis</i> (Boulenger, 1905)	AM	LC	LC	1
<i>Erythrolamprus poecilogyrus</i> (Wied, 1825)	AM, CE, CA	LC	LC	1
<i>Erythrolamprus reginae</i> (Linnaeus, 1758)	AM, CE	LC	LC	1
<i>Erythrolamprus taeniogaster</i> (Jan, 1863)	AM, CE	LC	LC	1
<i>Erythrolamprus typhlus</i> (Linnaeus, 1758)	AM	LC	LC	1
<i>Erythrolamprus viridis</i> (Günther, 1862)	CA	LC	LC	1
<i>Helicops angulatus</i> (Linnaeus, 1758)	AM, CE	LC	LC	1

Táxon	Principais biomas	Status (ICMBIO)	Status (IUCN)	Fonte de registro
<i>Helicops polylepis</i> Günther, 1861	AM, CE	LC	LC	16
<i>Helicops trivittatus</i> (Gray, 1849)	AM, CE	LC	LC	16
<i>Hydrodynastes bicinctus</i> (Herrmann, 1804)	AM, CE	LC	LC	1
<i>Hydrodynastes gigas</i> (Duméril <i>et al.</i> , 1854)	AM, CE	LC	NE	16
<i>Hydrops martii</i> (Wagler, 1824)	AM	LC	LC	16
<i>Hydrops triangularis</i> (Wagler, 1824)	AM, CE	LC	LC	1
<i>Imantodes cenchoa</i> (Linnaeus, 1758)	AM, CE	LC	LC	1
<i>Leptodeira annulata</i> (Linnaeus, 1758)	AM, CE, CA	LC	LC	1
<i>Lygophis dilepis</i> Cope, 1862	CE, CA	LC	LC	16
<i>Lygophis meridionalis</i> (Schenkell, 1901)	CE	LC	LC	1
<i>Lygophis paucidens</i> Hoge, 1953	CE	LC	NE	16
<i>Oxyrhopus formosus</i> (Wied, 1820)	AM	LC	NE	1
<i>Oxyrhopus melanogenys</i> (Tschudi, 1845)	AM	LC	LC	1
<i>Oxyrhopus petolarius</i> (Linnaeus, 1758)	AM, CE	LC	LC	1
<i>Oxyrhopus trigeminus</i> Duméril <i>et al.</i> , 1854	AM, CE, CA	LC	LC	1
<i>Phalotris labiomaculatus</i> Lema, 2002	CE	LC	LC	16
<i>Philodryas nattereri</i> Steindachner, 1870	CE, CA	LC	LC	1
<i>Philodryas olfersii</i> (Liechtenstein, 1823)	AM, CE, CA	LC	LC	1
<i>Philodryas patagoniensis</i> (Girard, 1858)	CE, CA	LC	LC	16
<i>Phimophis guerini</i> (Duméril <i>et al.</i> , 1854)	CE	LC	LC	1
<i>Pseudoboa coronata</i> Schneider, 1801	AM, CE	LC	LC	1
<i>Pseudoboa neuwiedii</i> (Duméril <i>et al.</i> , 1854)	AM, CE	LC	LC	16
<i>Pseudoboa nigra</i> (Duméril <i>et al.</i> , 1854)	AM, CE, CA	LC	LC	1
<i>Pseudoeryx plicatilis</i> (Linnaeus, 1758)	AM, CE	LC	LC	16
<i>Psomophis joberti</i> (Sauvage, 1884)	CE, CA	LC	LC	1
<i>Rodriguesophis iglesiasii</i> (Gomes, 1915)	CE, CA	LC	LC	1
<i>Sibon nebulatus</i> (Linnaeus, 1758)	AM	LC	LC	1
<i>Siphlophis cervinus</i> (Laurenti, 1768)	AM	LC	LC	16
<i>Siphlophis compressus</i> (Daudin, 1803)	AM	LC	LC	1

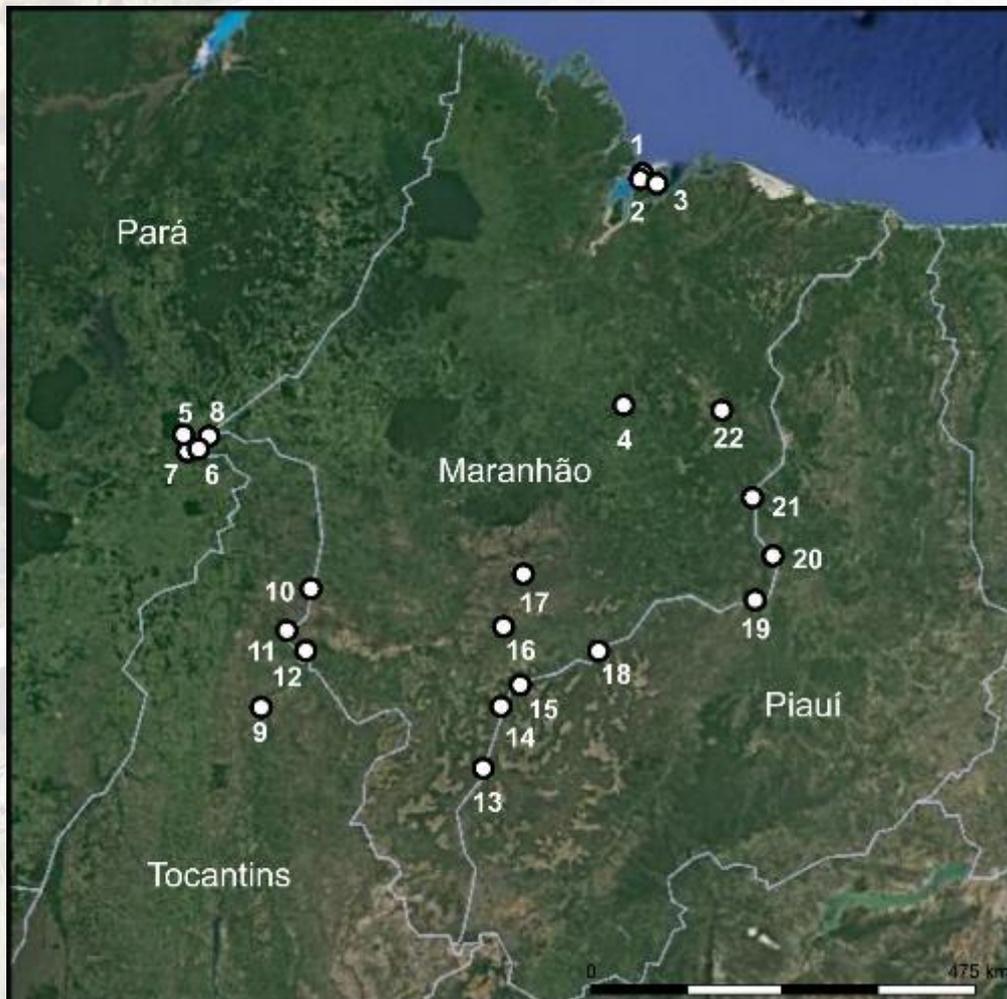
Táxon	Principais biomas	Status (ICMBIO)	Status (IUCN)	Fonte de registro
<i>Taeniophallus brevirostris</i> (Peters, 1863)	AM	LC	LC	16
<i>Taeniophallus quadriocellatus</i> Santos-Jr et al., 2008	AM	LC	LC	16
<i>Thamnodynastes hypoconia</i> (Cope, 1860)	CE, CA	LC	LC	1
<i>Thamnodynastes pallidus</i> (Linnaeus, 1758)	AM	LC	LC	1
<i>Thamnodynastes phoenix</i> Franco et al., 2017	CE, CA	NE	NE	16
<i>Xenodon merremii</i> (Wagler, 1824)	CE, CA	LC	LC	1
<i>Xenodon rabdocephalus</i> (Wied, 1824)	AM	LC	LC	16
<i>Xenopholis scalaris</i> (Wucherer, 1861)	AM	LC	LC	1
<i>Xenopholis undulatus</i> (Jensen, 1900)	CE	LC	NE	1
<i>Xenoxybelis argenteus</i> Daudin, 1803	AM	LC	LC	1
Familia Elapidae				
<i>Micrurus brasiliensis</i> Roze, 1967	CE	LC	LC	16
<i>Micrurus filiformis</i> (Günther, 1859)	AM	LC	LC	16
<i>Micrurus hemprichii</i> (Jan, 1858)	AM	LC	LC	16
<i>Micrurus ibiboboca</i> (Merrem, 1820)	CE, CA	DD	NE	1
<i>Micrurus lemniscatus</i> (Linnaeus, 1758)	AM, CE, CA	LC	LC	1
<i>Micrurus paraensis</i> Cunha & Nascimento, 1973	AM	LC	LC	16
<i>Micrurus spixii</i> Wagler, 1824	AM	LC	LC	1
<i>Micrurus surinamensis</i> (Cuvier, 1817)	AM, CE	LC	LC	1
Familia Leptotyphlopidae				
<i>Trilepida brasiliensis</i> (Laurent, 1949)	CE	LC	LC	1
<i>Trilepida fuliginosa</i> (Passos et al., 2006)	CE	LC	LC	1
<i>Trilepida macrolepis</i> (Peters, 1858)	AM	LC	LC	16
Familia Typhlopidae				
<i>Amerotyphlops brongersmianus</i> (Vanzolini, 1976)	AM, CE	LC	LC	1
<i>Amerotyphlops paucisquamus</i> (Dixon & Hendricks, 1979)	AM	VU	LC	16
<i>Amerotyphlops reticulatus</i> (Linnaeus, 1758)	AM	LC	LC	1
Familia Viperidae				
<i>Bothrops atrox</i> (Linnaeus, 1758)	AM	LC	NE	1

Táxon	Principais biomas	Status (ICMBIO)	Status (IUCN)	Fonte de registro
<i>Bothrops bilineatus</i> (Wied, 1821)	AM	LC	NE	16
<i>Bothrops brazili</i> Hoge, 1954	AM	LC	NE	16
<i>Bothrops cf. lutzi</i>	CE, CA	LC	LC	1
<i>Bothrops marajoensis</i> Hoge, 1966	AM	LC	NE	16
<i>Bothrops moojeni</i> Hoge, 1966	CE	LC	NE	1
<i>Bothrops taeniatus</i> Wagler, 1824	AM	LC	LC	16
<i>Crotalus durissus</i> (Linnaeus, 1758)	CE, CA	LC	LC	1
<i>Lachesis muta</i> (Linnaeus, 1766)	AM	LC	NE	1
Ordem Crocodylia				
Família Alligatoridae				
<i>Caiman crocodilus</i> (Linnaeus, 1758)	AM, CE, CA	LC	LC	1
<i>Melanosuchus niger</i> (Spix, 1825)	AM, CE	LC	DD	1
<i>Paleosuchus palpebrosus</i> (Cuvier, 1807)	AM, CE, CA	LC	LC	1
<i>Paleosuchus trigonatus</i> (Schneider, 1801)	AM, CE	LC	LC	1
Ordem Testudines				
Subordem Cryptodira				
Família Cheloniidae				
<i>Caretta caretta</i> (Linnaeus, 1758)	MA	EN	VU	10
<i>Eretmochelys imbricata</i> (Linnaeus, 1766)	MA	CR	CR	10
<i>Lepidochelys olivacea</i> (Eschscholtz, 1829)	MA	EN	VU	10
Família Dermochelyidae				
<i>Dermochelys coriacea</i> (Vandelli, 1761)	MA	CR	VU	10
Família Emydidae				
<i>Trachemys adiutrix</i> Vanzolini, 1995	AM, CE	NT	EN	10
Família Geoemydidae				
<i>Rhinoclemmys punctularia</i> (Daudin, 1801)	AM, CE	LC	NE	1
Família Kinosternidae				
<i>Kinostemon scorpioides</i> (Linnaeus, 1766)	AM, CE, CA	LC	NE	1
Família Testudinidae				

Táxon	Principais biomas	Status (ICMBIO)	Status (IUCN)	Fonte de registro
<i>Chelonoidis carbonarius</i> (Spix, 1824)	AM, CE, CA	LC	NE	1
<i>Chelonoidis denticulatus</i> (Linnaeus, 1766)	AM, CE	LC	VU	10
Subordem Pleurodira				
Família Chelidae				
<i>Chelus fimbriata</i> (Schneider, 1783)	AM, CE	LC	NE	10
<i>Mesoclemmys gibba</i> (Schweigger, 1812)	AM	LC	NE	1
<i>Mesoclemmys raniceps</i> (Gray, 1856)	AM	LC	LC	1
<i>Mesoclemmys tuberculata</i> (Lüderwaldt, 1926)	CE, CA	LC	NE	1
<i>Mesoclemmys vanderhaegei</i> (Bour, 1973)	CE	LC	NT	18
<i>Phrynops geoffroanus</i> (Schweigger, 1812)	AM, CE, CA	LC	NE	1
<i>Platemys platycephala</i> (Schneider, 1792)	AM	LC	NE	1
Família Podocnemididae				
<i>Podocnemis expansa</i> (Schweigger, 1812)	AM, CE	NT	NE	10
<i>Podocnemis unifilis</i> Troschel, 1848	AM, CE	NT	VU	1

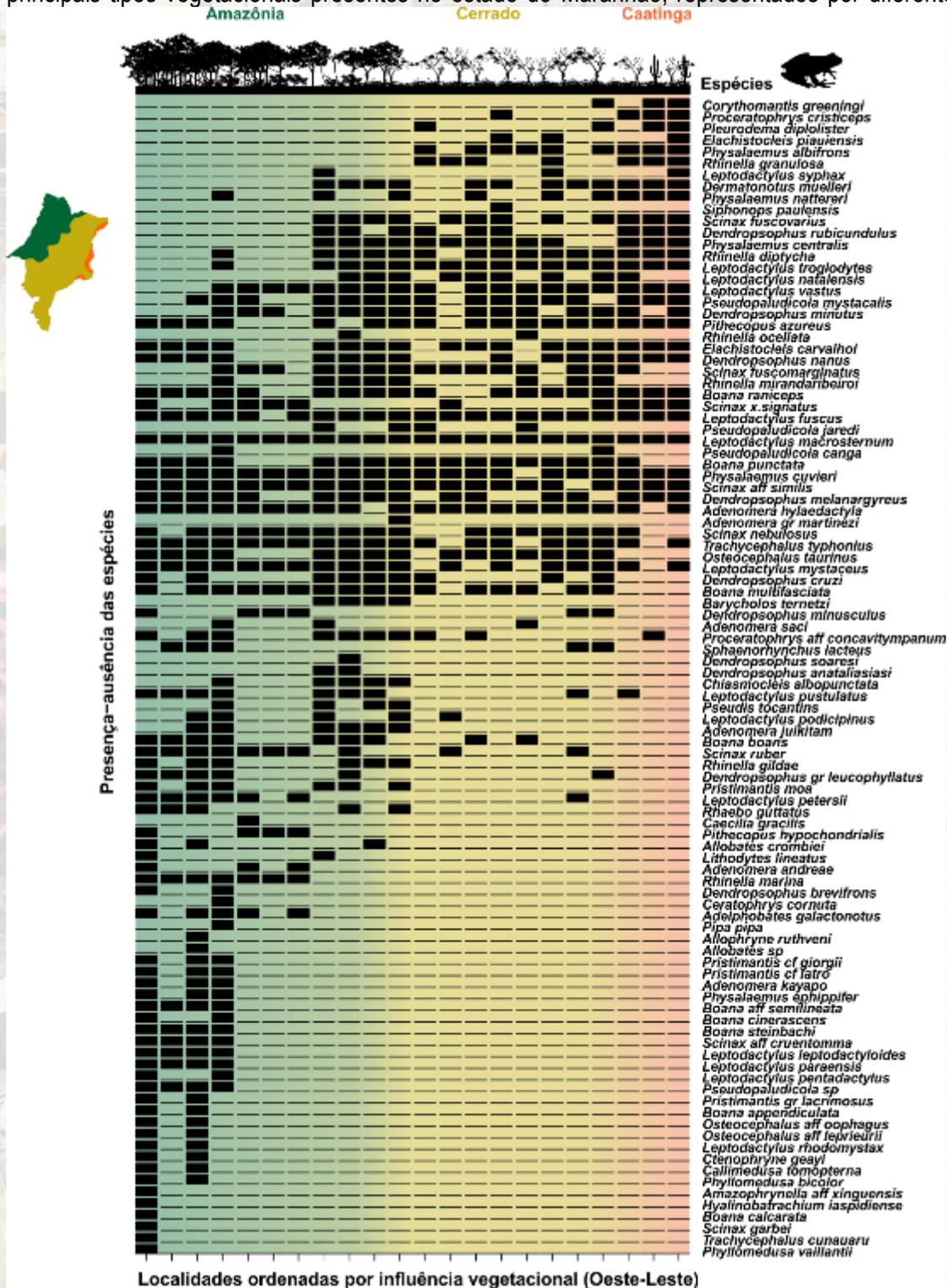
Fonte: (1) Dados primários; (2) Pontes & Mattedi, 2013; (3) Freitas *et al.*, 2017; (4) Garda *et al.*, 2010; (5) Carvalho *et al.*, 2021; (6) Ocorrência potencial baseada em dados primários; (7) Andrade *et al.*, 2017; (8) Caramaschi, 2010; (9) Maciel & Hoogmoed, 2011; (10) Costa & Bérnills, 2018; (11) Sturaro *et al.* 2018; (12) Ribeiro-Júnior, 2015; (13) Ribeiro-Júnior & Amaral, 2016; (14) Colli *et al.*, 2018; (15) Oliveira *et al.*, 2016; (16) Nogueira *et al.*, 2019; (17) Melo-Sampaio *et al.*, 2021; (18) Brito *et al.*, 2019; (19) Matavelli *et al.*, 2019.

Figura 17 – Localidades de amostragem de dados primários da herpetofauna no Maranhão e zonas de divisas estaduais, utilizados como base para a elaboração deste diagnóstico. Localidades: (1) São Luís (UTE Porto do Itaqui) (MA); (2) São Luís (LT da UTE Porto do Itaqui) (MA); (2) São Luís (LT da UTE Porto do Itaqui) (MA); (3) Ilha de São Luís (Sítio Aguaí) (MA); (4) Capinzal do Norte (MA); (5) Terra Indígena Mãe Maria (PA); (6) Pico do Papagaio (MA-PA-TO); (7) Esperantina (TO); (8) Buriti do Tocantins (TO); (9) Palmeirante (TO); (10) Estreito (MA); (11) Babaçulândia (MA); (12) Carolina (MA); (13) Tasso Fragoso (MA); (14) Baixa Grande do Ribeiro (PI); (15) Ribeiro Gonçalves (PI); (16) São Raimundo das Mangabeiras (MA); (17) Parque Estadual do Mirador (MA); (18) Benedito Leite/Uruçuí (MA-PI); (19) Barão de Grajaú/Floriano (MA-PI); (20) São Francisco do Maranhão/Amarante (MA-PI); (21) Parnarama (MA); (22) APA do Inhamum - Caxias (MA). Imagem de satélite obtida através do Google Earth (©2015 Google/Landsat/Copernicus)



Fonte: Imagem de satélite obtida através do Google Earth (©2015 Google/Landsat/Copernicus).

Figura 18 – Variação na ocorrência das espécies de anfíbios (com base em dados primários) entre os principais tipos vegetacionais presentes no estado do Maranhão, representados por diferentes cores



Fonte: Moraes (2021).

APÊNDICE B - Exemplos de espécies de anfíbios e répteis do estado do Maranhão, registradas nos levantamentos considerados neste diagnóstico (i.e., incluindo zonas de divisas estaduais)



Allobates crombiei
© Pedro Peloso



Allobates sp.
© Pedro Peloso



Amazophrynella aff. *Xinguensis*
© Pedro Peloso



Rhinella diptycha
© Pedro Peloso



Rhinella mirandaribeiroi
© Pedro Peloso



Hyalinobatrachium iaspidiense
©



Boana boans



Boana multifasciata



Boana punctata
© Pedro Peloso



Boana raniceps
© Pedro Peloso



Dendropsophus minutus
© Pedro Peloso



Dendropsophus minusculus
© Pedro Peloso



Osteocephalus taurinus
©



Scinax fuscmarginatus
© Pedro Peloso



Scinax nebulosus
© Pedro Peloso



Scinax aff. cruentomma
©



Sphaenorhynchus lacteus
© Pedro Peloso



Trachycephalus typhonius
© Pedro Peloso



Pithecopus azureus
© Pedro Peloso



Adenomera hylaedactyla
© Leandro Moraes



Adenomera juikitam
© Pedro Peloso



Adenomera kayapo
© Pedro Peloso



Adenomera saci
© Pedro Peloso



Pseudopaludicola mystacalis
© Leandro Moraes



Leptodactylus fuscus.
© Pedro Peloso



Leptodactylus macrosternum
© Pedro Peloso



Leptodactylus mystaceus
© Pedro Peloso



Leptodactylus natalensis
© Pedro Peloso



Leptodactylus petersii
© Leandro Moraes



Leptodactylus pustulatus
© Pedro Peloso



Leptodactylus vastus
© Pedro Peloso



Leptodactylus troglodytes
©



Physalaemus albifrons
©



Physalaemus cuvieri
© Pedro Peloso



Dermatonotus muelleri
© Pedro Peloso



Caecilia gracilis
© Leandro Moraes



Anolis brasiliensis
©



Anolis meridionalis
©



Colobosaura modesta
© Leandro Moraes



Micrablepharus maximiliani
©



Vanzosaura multiscutata
©



Hemidactylus brasilianus
©



Coleodactylus meridionalis
©



Ameiva ameiva
© Pedro Peloso



Kentropyx calcarata
©



Tupinambis teguixin
© Pedro Peloso



Plica plica
© Pedro Peloso



Tropidurus hispidus
©



Tropidurus oreadicus
© Pedro Peloso



Tropidurus semitaeniatus
©



Polychrus marmoratus
© Leandro Moraes



Gonatodes humeralis
© Leandro Moraes



Amphisbaena vermicularis
©



Leposternon polystegum
© Leandro Moraes



Anilius scytale
©



Liotyphlops ternetzii
©



Corallus hortulana
© Leandro Moraes



Epicrates cenchria
©



Oxybelis fulgidus
©



Tantilla melanocephala
© Leandro Moraes



Apostolepis nigrolineata
© Leandro Moraes



Erythrolamprus poecilogyrus
© Pedro Peloso



Erythrolamprus reginae
©



Mastigodryas boddaerti
© Pedro Peloso



Oxyrhopus trigeminus
© Pedro Peloso



Pseudoboa nigra
©



Rodriguesophis iglesiasi
©



Xenodon merremii
©



Amerotyphlops reticulatus
© Leandro Moraes



Caiman crocodilus
© Leandro Moraes

8 ICTIOFAUNA⁴

8.1 Peixes continentais

A região Neotropical corresponde a uma das áreas com maior número de espécies de peixes descritas para águas continentais. Estimativas recentes consideram que esse número pode chegar a cerca de 8000 espécies (REIS *et al.*, 2016). O Brasil pode ser considerado um berço para a biodiversidade aquática, abrigando a maior diversidade de peixes de água doce, com mais de 3.100 espécies catalogadas atualmente (REIS *et al.*, 2016; ICMBIO, 2017; FROESE; PAULY, 2017). A conservação das espécies de peixes de água doce no América do Sul parece ser mais efetiva quando comparado a outras regiões do mundo, sendo consideradas apenas 10% das espécies ameaçadas no Brasil, contra 37% na Europa e 27% na América do Norte (FREYHOF; BROOKS, 2011; IUCN, 2017). Do total de táxons conhecidos no Brasil, 310 foram listados e incluídos em distintas categorias de ameaças, sendo 101 considerados criticamente ameaçados, 60 dos quais pertencem ao grupo de peixes anuais (Rivulidae), que apresentam uma sensibilidade elevada à perda e degradação do habitat. 112 espécies foram consideradas ameaçadas e 99 foram categorizadas como vulneráveis (REIS *et al.*, 2016).

Nas drenagens maranhenses (excluindo as bacias do Parnaíba e Tocantins), por sua vez, estimativas indicam que a ictiofauna é composta por cerca de 100 a 160 espécies (ABREU *et al.*, 2019; GUIMARÃES *et al.*, 2020). A explicação mais corrente para tal diversidade está relacionada a eventos geológicos ocorridos na região (ABREU *et al.*, 2019, 2020). De fato, muitos trabalhos sugerem a existência desta relação (HUBERT; RENNO, 2006; ALBERT *et al.*, 2006; CAMELIER; ZANATA, 2014). Para tentar explicar a origem dessa elevada diversidade, e mesmo o modo como os grupos de peixes se distribuíram ao longo do tempo, várias hipóteses biogeográficas foram propostas ou adaptadas (HUBERT; RENNO, 2006). Em resumo, a formação de drenagens independentes, o deslocamento de cursos de rios e repetidas incursões e regressões marinhas devem ter produzido vários eventos vicariantes, e foram os principais eventos que induziram a alta diversidade Neotropical (LUNDBERG *et al.*, 1998).

Os ambientes de água doce estão entre os ecossistemas mais ameaçados do mundo (ABELL *et al.*, 2008; REVENGA *et al.*, 2005; TURAK; LINKE, 2011), pois são vulneráveis a contaminação, drenagem, poluição, represamento, etc. (DUDGEON *et al.*, 2006), tornando as espécies aquáticas, principalmente os peixes, as mais ameaçadas do planeta (ABELL *et al.*, 2008).

⁴ Texto elaborado por Nivaldo Magalhães Piorski, João Marcelo da Silva Abreu, Ananda Carolina Serejo Saraiva e Jorge Luís Silva Nunes.

Na tentativa de reduzir os impactos relacionados à perda da biodiversidade, adota-se, geralmente, a implantação de Unidades de Conservação ou Áreas de proteção ambiental, motivadas pelas perdas de ecossistemas como resultado da progressiva destruição dos habitats naturais (SILVA, 2008). Tais unidades talvez representem a melhor estratégia para a proteção de habitats e preservação do patrimônio genético natural, conservando a fauna e a flora, bem como os processos ecológicos que regulam os ecossistemas (WEIDMANN, 2008).

8.1.1 As drenagens maranhenses no contexto das áreas de endemismo para peixes continentais

A definição de regiões zoogeográficas é centrada principalmente no conceito de endemismo, pois dentro do contexto da Biogeografia de vicariância (WILEY, 1988; BROOKS; MCLENNAN, 1991), este conceito encerra a noção de que as espécies evoluem em áreas isoladas. Por definição, uma espécie é endêmica se, e somente se, ela for exclusiva de sua área de ocorrência (COX; MOORE, 1993). Além disso, o percentual de organismos endêmicos pode ser utilizado para inferências sobre o tempo de isolamento da área (COX; MOORE, 1993).

A definição de áreas de endemismo para os peixes da América do Sul tem sido bastante discutida no meio científico. Dependendo da qualidade dos dados disponíveis em determinado momento, as áreas endêmicas identificadas podem sofrer alterações. Essa flutuação das definições decorre, principalmente, do grau de refinamento taxonômico, bem como, da qualidade dos dados sobre distribuição dos táxons envolvidos. Gery (1969), por exemplo, reconheceu oito regiões faunísticas, alocando as drenagens maranhenses em uma grande área denominada *Guiana-Amazônica*. Da discussão apresentada por Gery (1969), é possível inferir que o autor sugere a ocorrência de grande similaridade entre a ictiofauna dos rios maranhenses e a amazônica, da qual ela teria sido derivada.

De acordo com esta hipótese, compartilhada por Weitzman e Weitzman (1982), a fauna antiga do escudo da Guiana teria se dispersado pelos rios pretéritos da Amazônia e colonizado os rios do nordeste do Brasil. Da mesma forma, Garavello e outros (1998) argumentam que a ictiofauna dos Lençóis Maranhenses é representada por remanescentes das espécies que ocorrem nos rios do Maranhão que, por sua vez, seria essencialmente similar à ictiofauna amazônica, tal como previsto por Gery (1969) e Menezes (1970).

Quase vinte anos depois, Vari (1988) identificou 14 regiões de endemismo para a família Curimatidae. Ao contrário de Gery (1969), Vari (1988) separou os rios do Maranhão da região zoogeográfica do Amazonas, agrupando-os com o conjunto de rios intermitentes do nordeste do Brasil, acima da drenagem do rio São Francisco. Com base na distribuição dos curimatídeos, este autor

considerou que as regiões endêmicas do nordeste e do São Francisco são áreas híbridas, onde ocorrem elementos que são aparentados das espécies do Amazonas ou da região costeira.

O caráter híbrido dos rios do nordeste brasileiro, tal como inferido para os curimatídeos, também pode ser observado em *Triportheus* Cope, 1872, onde a espécie *T. signatus* (GARMAN, 1890) foi redescrita com base em exemplares da Paraíba, Maranhão, Ceará e Piauí (MALABARBA, 2004). No gênero *Roeboides* Günther, 1864 uma nova espécie foi proposta para as bacias dos rios Parnaíba e Pindaré-Mearim, cujo parente mais próximo ocorre no rio Paraguai (LUCENA, 2003). A análise deste gênero mostra, assim, um padrão discordante da visão tradicional de que os parentes mais próximos das espécies do nordeste do Brasil devem ser encontrados na bacia amazônica. Ao mesmo tempo, a biogeografia de *Roeboides* sugere que a ictiofauna dos rios do nordeste deve apresentar uma história evolutiva mais complexa do que a simples dispersão a partir dos rios da Guiana ou Amazônia. Trabalhos recentes dão suporte a essa expectativa com o relato de novas ocorrências de táxons ainda não registrados no Estado do Maranhão (GUIMARÃES *et al.*, 2017; SARAIVA *et al.*, 2021).

Um trabalho mais amplo sobre a distribuição dos peixes sul-americanos considerou, além da distribuição das espécies, os limites e a história geológica de cada bacia hidrográfica para delimitação de áreas de endemismo (LUNDBERG *et al.*, 1998). A área identificada como nordeste do Brasil por Vari (1988), por exemplo, foi seccionada em três, correspondendo aos rios do Maranhão e rio Capim (PA), bacia do Parnaíba e rios do nordeste acima do São Francisco. Mais tarde, Hubert e Renno (2006) identificaram 11 áreas de endemismo com algumas diferenças em relação ao trabalho anterior. Apenas considerando a área geográfica das drenagens maranhenses, Hubert e Renno (2006) sugerem que a unidade hidrológica Maranhão – composta pelos rios do Estado do Maranhão e rio Capim (PA) – constitui uma área de endemismo, ao mesmo tempo em que a área de endemismo Parnaíba seria composta pelo rio Parnaíba e os rios do nordeste acima do rio São Francisco.

Hubert e Renno (2006) observaram, ainda, que cerca de 94% das espécies que ocorrem no Maranhão e cerca de 65% da fauna de Characiformes do Parnaíba não são endêmicas. Em números absolutos, estas porcentagens correspondem a um baixo endemismo para o Maranhão (duas espécies) e um endemismo moderado para o Parnaíba (41 espécies).

Nos últimos anos o conhecimento sobre a fauna de peixes da região compreendida entre os rios Parnaíba e Tocantins tem se acumulado, revelando endemismos e sugerindo a ocorrência de um conjunto de espécies que, embora relacionadas às amazônicas, parecem ser diferentes destas. As novas descrições de espécies (PIORSKI *et al.*, 2008; GUIMARÃES *et al.*, 2018; OTTONI, 2011) associadas às características fisiográficas únicas dessa região sustentam a hipótese de que o conjunto de rios compreendido entre o Tocantins e o Parnaíba constitui uma unidade zoogeográfica distinta das demais regiões da América do Sul.

Em 2005, a Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente (SRH/MMA) definiu 25 ecorregiões aquáticas para o território brasileiro, a partir da distribuição das espécies de peixes, integradas com informações de geologia, relevo e hidrografia. Para este trabalho, os técnicos e consultores da SRH/MMA assumiram como ecorregião “*um conjunto de comunidades naturais, geograficamente distintas, que compartilham a maioria das suas espécies, dinâmicas e processos ecológicos, bem como condições ambientais similares, que são fatores críticos para a manutenção de sua viabilidade em longo prazo*”.

Dentro dessa divisão, os rios maranhenses fazem parte de três ecorregiões diferentes: Gurupi-Golfão Maranhense, Tocantins-Araguaia e Maranhão-Piauí. A ecorregião Gurupi-Golfão Maranhense inclui a drenagem do Rio Gurupi, seguindo para leste até o Rio Itapecuru, abrangendo os rios Turiaçu, Pindaré, Grajaú e Mearim; a ecorregião Tocantins-Araguaia inclui as bacias de drenagem dos rios Tocantins e Araguaia; a ecorregião Maranhão-Piauí inclui toda a bacia de drenagem do Rio Parnaíba e drenagens costeiras, desde a bacia do Rio Munim, no Maranhão, até a bacia do Rio Piranji, com cabeceiras no Ceará, tendo como principais rios: Poti, Longá, Piauí, Gurguéia, Munim, e Rio das Balsas. Portanto, de acordo com essa classificação, as drenagens do PNLN estão inseridas na ecorregião Maranhão-Piauí. Esta área apresenta um número considerável de espécies endêmicas, podendo representar uma transição entre as faunas mais ocidentais, desde o Escudo das Guianas ao Golfão Maranhense, e a fauna da ecorregião da Caatinga-Costa Nordeste (SRH/MMA, 2005).

Por fim, Abell e outros (2008) sugerem a ecorregião *Drenagens Costeiras e Estuário do Amazonas* como uma área de endemismo para os peixes que ocorrem nas drenagens do Maranhão e em uma pequena parte da região costeira do Pará.

8.2 Peixes marinho-estuarinos

O estado do Maranhão faz parte do Litoral Amazônico Brasileiro, influenciado grandes volumes de descargas de água doce provenientes das diversas bacias hidrográficas e das chuvas típicas da região regidas pela oscilação da Zona de Convergência Inter Tropical. Além disso, as características geomorfológicas (e.g. Plataforma continental extensa, reentrâncias, recifes, ilhas) associadas às características oceanográficas (e.g. macromarés, correntes, ondas) configuram ampla variedade de ambientes marinhos costeiros (SOUZA-FILHO, 2005). Desta forma, o Litoral Amazônico Brasileiro é reconhecido pela complexidade dos ambientes estuarinos e pela presença de manguezais que cobrem grande parte da sua extensão - cerca de 85% do manguezal brasileiro (ICMBio, 2018). Os recifes amazônicos consistem em um capítulo à parte, embora tenham sido estudados pela primeira vez em 1977 somente nos últimos anos ganharam notoriedade. A preocupação sobre a falta de conhecimento de um

ecossistema *sui generis* que possui papel chave na composição da biodiversidade marinha do Brasil atraiu atenção de muitos pesquisadores devido à possibilidade de impactos causados por atividades de prospecção de combustíveis fósseis na Plataforma Continental (FRANCINI-FILHO *et al.*, 2018).

As características ambientais predominantes no Litoral Amazônico Brasileiro influenciam diretamente a composição da ictiofauna do estado do Maranhão, visto que os peixes utilizam o ambiente de forma diferente a fim de obter recursos indispensáveis ao longo do seu ciclo de vida (e.g. alimento, refúgio, sítio de reprodução) (CARVALHO-NETA, 2004; NUNES *et al.*, 2011a). Apesar de algumas espécies terem a capacidade de mudar de ambientes ao longo do seu ciclo de vida, promovendo a conectividade entre estes diferentes ambientes (e.g. entre estuário-recifes, vice-versa), a ictiofauna costeira do estado do Maranhão é caracterizada em sua maioria por espécies marinho-estuarinas (PALMEIRA-NUNES; NUNES, 2020).

O somatório dos fatores ambientais do Litoral Amazônico Brasileiro com a sua ictiofauna resulta em um importante conjunto ecológico-evolutivo negligenciado, pois ambos são componentes fundamentais na transição entre as províncias biogeográficas do Caribe e do Brasil (ROCHA; BOWEN, 2008). Estudos recentes tratam a região como um importante *hotspot* da diversidade global e com elevado grau de endemismo de espécies de peixes, além disso consideram que as atuais ameaças têm elevado o seu grau de insubstituibilidade (WOSNICK *et al.*, 2019a).

8.3 Macro-caracterização e ameaças à ictiofauna

8.3.1 Espécies endêmicas e de relevante valor comercial para os rios do Maranhão

Nos rios do Estado do Maranhão cerca de 28 espécies de peixes podem ser consideradas endêmicas.

Anablepsoides vieirai Nielsen, 2016
Ordem: Cyprinodontiformes
Família: Rivulidae

Espécie descrita originalmente para a drenagem do Rio Parnaíba e não consta da *Portaria N°445/2014 do Ministério do Meio Ambiente* que lista as espécies de invertebrados aquáticos e peixes reconhecidos como ameaçados de extinção. Tem sido registrada na área do padrão de distribuição identificado como Cerrado Maranhense.

Aphyocharax brevicaudatus Brito, Guimarães, Carvalho-Costa, Ottoni, 2019

Ordem: Characiformes

Família: Characidae



Fonte: Brito e outros (2019).

Espécie descrita para o Rio Maracaçumé e, aparentemente, com ocorrência restrita a essa drenagem. Não consta da Portaria N°445/2014 do Ministério do Meio Ambiente.

Apistogramma piauiensis Kullander, 1980

Ordem: Cichliformes

Família: Cichlidae



Descrita para o rio Parnaíba e registrada em drenagens do cerrado maranhense (MATAVELLI *et al.*, 2015; PIORSKI *et al.*, 2017; GUIMARÃES *et al.*, 2021). Não consta da Portaria N°445/2014 do Ministério do Meio Ambiente.

Auchenipterus menezesi Ferraris & Vari, 1999

Ordem: Siluriformes

Família: Auchenipteridae



A espécie foi descrita originalmente para as drenagens das bacias dos rios Parnaíba e Mearim, e não consta da Portaria N°445/2014 do Ministério do Meio Ambiente. Registros do banco de dados da

Coleção de Peixes da Universidade Federal do Maranhão (CPUFMA) indicam que *A. menezesi* também ocorre nos demais rios do Estado.

A ocorrência de *A. menezesi* em outras drenagens, além daquelas para as quais foi descrita, sugere que a espécie possua ampla distribuição no Estado do Maranhão.

Brachyhalcinus parnaibae Reis, 1989
Ordem: Characiformes
Família: Characidae

Descrita para o rio Parnaíba, com ocorrência registrada no rio Pindaré (GUIMARÃES *et al.*, 2020). Aparentemente, a espécie também ocorre em outras drenagens maranhenses. Não consta da Portaria N°445/2014 do Ministério do Meio Ambiente.

Charax awa Guimarães, Brito, Ferreira, Ottoni, 2018
Ordem Characiformes
Família Characidae



A espécie foi descrita com base em exemplares dos rios Mearim, Munim e Turiaçu, e não consta da Portaria N°445/2014 do Ministério do Meio Ambiente. Aparentemente, *C. awa* é um táxon exclusivo do Maranhão, ocorrendo apenas nas drenagens da Amazônia maranhense.

Cichlasoma zarskei Ottoni, 2011
Ordem Perciformes
Família Cichlidae



Descrita originalmente para o Rio Mearim, a espécie possui registros em outras localidades

maranhenses (PIORSKI *et al.*, 2017; BRITO *et al.*, 2019). A base de dados da CPUFMA possui registro de *C. zarskei* na região da Baixada Maranhense, incluindo o Rio Turiaçu. Não consta da *Portaria N°445/2014 do Ministério do Meio Ambiente*.

Corydoras vittatus Nijssen, 1971

Ordem: Characiformes

Família: Callichthyidae



Fonte: Fishbase, 2020.

Espécie descrita para a bacia do rio Itapecuru com registros de ocorrência em outras drenagens maranhenses (GUIMARÃES *et al.*, 2020) incluindo o Parnaíba (RAMOS *et al.*, 2014). Não consta da *Portaria N°445/2014 do Ministério do Meio Ambiente*.

Crenicichla menezesi Ploeg, 1991

Ordem Perciformes

Família Cichlidae



Reis e outros (2003) estabeleceu, de modo geral, que *C. menezesi* é endêmica para os rios do Estado do Maranhão. Na base de dados da CPUFMA há registros para as bacias dos Mearim, Turiaçu e Sistema Hidrográfico do Litoral Ocidental, com ocorrência provável nos demais corpos hídricos do Estado. Não consta da *Portaria N°445/2014 do Ministério do Meio Ambiente*.

Curimata macrops Eigenmann & Eigenmann, 1889
 Ordem Characiformes
 Família Curimatidae



Essa é uma espécie de ampla distribuição pelos rios maranhenses, ocorrendo em praticamente todas as bacias. Na região da Baixada Maranhense é particularmente importante pelo seu valor comercial, sendo abundante no rio Turiacu e nos lagos de Cajari e Viana. Não consta da *Portaria N°445/2014 do Ministério do Meio Ambiente*.

Geophagus parnaibae (Staeck & Schindler, 2006)
 Ordem Perciformes
 Família Cichlidae



Descrita originalmente para a bacia do Rio Parnaíba, *G. parnaibae* possui registro em todas as demais drenagens do Estado do Maranhão, embora estudos recentes pareçam indicar a ocorrência de mais de uma espécie na região (OTTONI, com. pessoal). Provavelmente, os exemplares de *Geophagus* presente nos rios da Amazônia maranhense correspondam a uma espécie ainda não descrita. Não consta da *Portaria N°445/2014 do Ministério do Meio Ambiente*.

Hassar affinis (Steindachner, 1881)
 Ordem Siluriformes
 Família Doradidae



Hassar affinis é uma espécie com distribuição restrita às drenagens maranhenses (BIRINDELLI

et al., 2011). Pode ser encontrada em igarapés, rios e lagos, possuindo uma dieta onívora (SOARES, 2005). Freire (2018) analisou várias populações maranhenses e concluiu que os espécimes do Rio Turiaçu podem ser uma nova espécie. Se isso for comprovado, *H. affinis* poderá estar restrita às bacias dos rios Mearim, Itapecuru e Parnaíba, ao passo que a nova espécie se distribui pelos rios Turiaçu e Gurupi.

Na região da Baixada Maranhense, *H. affinis* exerce um papel importante na produção pesqueira, estimada em cerca de 7.048 t/ano (IBAMA, 2011). Não consta da *Portaria N°445/2014 do Ministério do Meio Ambiente*.

Hemiodus parnaguae Eigenmann & Henn, 1916

Ordem Characiformes

Família Hemiodontidae



Descrita originalmente para a bacia do rio Parnaíba, mas com registros nos rios Mearim, Pindaré e Turiaçu. Provavelmente presente também nas demais drenagens do Estado. Não consta da *Portaria N°445/2014 do Ministério do Meio Ambiente*.

Hyphessobrycon caru Guimarães, Brito, Feitosa, Carvalho-Costa, Ottoni, 2019

Ordem Characiformes

Família Characidae



A espécie possui distribuição restrita à localidade tipo, nos trechos do alto rio Pindaré. Ao menos três espécies de *Hyphessobrycon* são consideradas vulneráveis (MACHADO *et al.*, 2008) em outras regiões do Brasil. As principais ameaças estão relacionadas à descaracterização ambiental devido à poluição e ao crescimento urbano. Além do crescimento urbano, o desmatamento e a descaracterização

de habitats são problemas comuns na área de ocorrência da espécie. Assim, por analogia, ocorre alta probabilidade de extinção local de *H. caru* devido aos problemas ambientais observados nas drenagens do rio Pindaré. Não consta da *Portaria N°445/2014 do Ministério do Meio Ambiente*.

Hyphessobrycon frickei Guimarães, Brito, Bragança, Katz, Ottoni, 2020

Ordem: Characiformes

Família: Characidae

Espécie endêmica para o rio Maracassumé, no oeste do Estado do Maranhão. Não consta da *Portaria N°445/2014 do Ministério do Meio Ambiente*.

Hyphessobrycon piorskii Guimarães, Brito, Feitosa, Carvalho-Costa, Ottoni, 2018

Ordem: Characiformes

Família: Characidae



Espécie endêmica do Estado do Maranhão, com ocorrência restrita às bacias dos rios Munim e Peria. Não consta da *Portaria N°445/2014 do Ministério do Meio Ambiente*.

Knodus victoriae (Steindachner 1907)

Ordem: Characiformes

Família: Characidae

Considerada endêmica para o Rio Parnaíba com ocorrência em drenagens maranhenses (GUIMARÃES *et al.*, 2020; OLIVEIRA *et al.*, 2020). Entretanto, estudos recentes sugerem que as populações registradas no Estado do Maranhão correspondem a uma espécie ainda não descrita (GUIMARÃES *et al.*, 2021). Não consta da *Portaria N°445/2014 do Ministério do Meio Ambiente*.

Loricaria turi Saraiva, Abreu, Ottoni, Piorski, 2021

Ordem: Siluriformes

Família: Loricariidae



Endêmica para o rio Turiçu. As análises comparativas realizadas pelos autores sugerem a ocorrência de outras espécies do gênero ainda não descritas para as drenagens maranhenses (SARAIVA *et al.*, 2021). Não consta da *Portaria N°445/2014 do Ministério do Meio Ambiente*.

Pimelodella parnahybae Fowler, 1941
Ordem Siluriformes
Família Heptapteridae



A espécie é descrita para o rio Parnaíba, mas com ampla ocorrência pelas demais drenagens do Estado do Maranhão. No banco de dados da CPUFMA, há registros para as bacias dos rios Mearim e Turiçu. Não consta da *Portaria N°445/2014 do Ministério do Meio Ambiente*.

Platydoras brachylecis Piorski, Garavello, Arce H., Sabaj, 2008
Ordem Siluriformes
Família Doradidae



Descrita com base em exemplares do rio Mearim, essa espécie é endêmica dos rios do Estado do Maranhão. Pode ser encontrada em praticamente todas as drenagens da Amazônia maranhense. Filgueira (2016) observou que a espécie é generalista, com elevada concentração de bivalvos no conteúdo estomacal. Não consta da *Portaria N°445/2014 do Ministério do Meio Ambiente*.

Poecilia sarrafae Bragança & Costa, 2011
Ordem Cyprinodontiformes
Família Poeciliidae

A espécie foi descrita para os rios Mearim e Parnaíba. Na Amazônia maranhense, até o momento, tem-se o registro da espécie apenas para o sistema Pindaré-Mearim (GUIMARÃES *et al.*, 2020). Não consta da *Portaria N°445/2014 do Ministério do Meio Ambiente*.

Prochilodus lacustris Steindachner, 1907
Ordem Characiformes
Família Prochilodontidae



Considerada endêmica para os rios Mearim e Parnaíba, essa é uma espécie de ampla ocorrência nas drenagens maranhenses. Possui elevado valor comercial, sendo bastante apreciada pelos consumidores locais. Um estudo recente identificou a ocorrência de seis grupos delimitados geneticamente no Estado do Maranhão (ABREU *et al.*, 2020), originados a partir de processos históricos associados às mudanças paleogeográficas.

Piorski (2010) estudou as relações haplotípicas em *P. lacustris* sugerindo a existência de diferenças importantes dentro das drenagens do Estado do Maranhão, onde pelo menos duas linhagens mitocondriais foram identificadas: uma para o Rio Parnaíba e outra para os rios Itapecuru, Mearim e Pindaré. Entretanto, o parentesco observado entre Tocantins e Turiaçu indica a existência de uma terceira linhagem, compartilhada entre os rios maranhenses e o Tocantins.

As lagoas marginais são ambientes favoráveis ao crescimento e maturação de *P. lacustris* no sistema lacustre do rio Pindaré (SANTOS, 2015). Esses ambientes contribuem para a dinâmica populacional da espécie pelo recrutamento de indivíduos pequenos, mas com sucesso reprodutivo potencial e limitado pelo tamanho, desde que efetivado pela dispersão sazonal, sincronizada ao pulso de inundação. Por outro lado, no lago Cajari, áreas permanentemente conectadas e aparentemente bem conservadas apresentaram indicadores de sucesso reprodutivo aquém do esperado, tornando-se necessário investigar os fatores e oferecer medidas de manejo adequadas à heterogeneidade ambiental do sistema rio-planície de inundação do Pindaré-Mearim (SANTOS, 2015).

Não consta da *Portaria N°445/2014 do Ministério do Meio Ambiente*.

Pseudobunocephalus timbira Leão, Carvalho, Reis & Wosiacki, 2019

Ordem: Siluriformes

Família: Bunocephalidae



Fonte: LEÃO *et al.*, 2019.

A espécie é considerada endêmica para os rios Mearim e Tocantins. Não consta da *Portaria N°445/2014 do Ministério do Meio Ambiente*.

Pterygoplichthys parnaibae (Weber, 1991)

Ordem: Siluriformes

Família: Loricariidae

Descrita para o rio Parnaíba e ocorrência registrada no rio Pindaré (GUIMARÃES *et al.*, 2020). Não consta da *Portaria N°445/2014 do Ministério do Meio Ambiente*.

Rhamphichthys atlanticus Triques, 1999

Ordem Gymnotiformes

Família Rhamphichthyidae



A espécie foi descrita originalmente para o Lago de Viana, no sistema Pindaré-Mearim. Entretanto, Reis e Lima (2009) consideram que há certa confusão envolvendo o nome da espécie, bem como a sua distribuição não está perfeitamente esclarecida. Adicionalmente, os autores indicaram que a ausência de informações do efeito da degradação de habitats sobre a espécie justifica a sua inclusão na Lista Vermelha da IUCN como espécie com Deficiência de Dados (DD). Na base de dados da CPUFMA, há registros para os rios Mearim, Pindaré e Turiaçu.

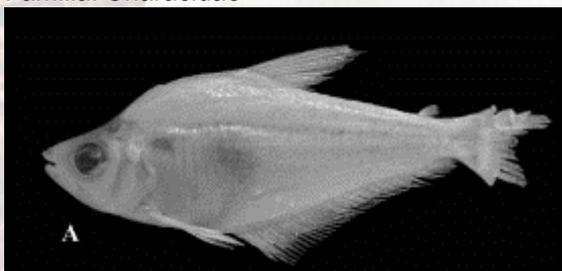
R. atlanticus é considerada bentopelágica, vivendo no fundo dos rios ou escondido na vegetação submersa, onde se alimenta de insetos. Não consta da *Portaria N°445/2014 do Ministério do Meio Ambiente*.

Roeboides margaretae Lucena, 2003
 Ordem Characiformes
 Família Characidae



Espécie considerada endêmica para os rios Pindaré-Mearim e Parnaíba, com registros para o rio Turiçu. Não consta da *Portaria N°445/2014 do Ministério do Meio Ambiente*.

Roeboides sazimai Lucena 2007
 Ordem: Characiformes
 Família: Characidae



Fonte: Lucena (2007)

Descrita com base em exemplares do rio Pindaré, ocorre nas bacias dos rios Mearim, Itapecuru e Parnaíba. Não consta da *Portaria N°445/2014 do Ministério do Meio Ambiente*.

Schizodon dissimilis (Garman, 1890)
 Ordem Characiformes
 Família Anostomidae



Descrita originalmente para o rio Poti, a espécie tem sido capturada nas drenagens dos rios Mearim, Pindaré e Turiçu sendo, por isso, considerada endêmica para a região. Não consta da *Portaria N°445/2014 do Ministério do Meio Ambiente*.

Triportheus signatus (Garman, 1890)

Ordem Characiformes

Família Triportheidae



Espécie descrita a partir de exemplares do rio Poti, na bacia do rio Parnaíba. No acervo da CPUFMA há registros para o rio Turiaçu. Barros e outros (2011) listaram a espécie para o rio Itapecuru. Não consta da *Portaria N°445/2014 do Ministério do Meio Ambiente*.

8.4 Diversidade de Peixes Cartilaginosos na Costa Maranhense

8.4.1 *Carcharhinus acronotus* (Poey, 1860)

Vulgarmente é conhecido como tubarão flamengo, pertence à família Carcharhinidae. Distribui-se no Atlântico ocidental, da Carolina do Norte (EUA) e Bahamas ao sul do Brasil, habitando águas tropicais quentes em regiões costeiras e ilhas oceânicas principalmente sobre fundo de areia, cascalhos e corais. É uma espécie pelágica capturada principalmente com espinhel. É um recurso bem explorado em nível mundial (COMPAGNO *et al.*, 2005), apesar de sua carne não ser apreciada e possui pouco valor comercial (SZPILMAN, 2004).

São vivíparos placentários, onde cada fêmea produz de 3 a 6 embriões, que nascem com aproximadamente 45cm. Possui o crescimento lento, típico de animal “K-estrategistas”. Seu comprimento total pode atingir 200cm, com machos entrando na maturação entre 97 - 106cm, fêmeas maturam com cerca de 103 - 13cm (COMPAGNO *et al.*, 2005). Os filhotes são paridos nas áreas rasas e protegidas, como os estuários e mangues, e têm alta taxa de crescimento (SZPILMAN, 2004).

Esta espécie é considerada pela IUCN como **quase ameaçada** a nível mundial, refletindo a considerável mortalidade que ocorre, pois ela é captura secundária na pesca de arrasto de camarão.

8.4.2 *Carcharhinus falciformis* (Müller & Henle, 1839)

O tubarão lombo-preto também pertence à família Carcharhinidae. É uma espécie com distribuição Circuntropical, ocorrendo nos oceanos Atlântico, Índico e Pacífico, encontrado nas províncias nerítica e oceânica, em águas rasas e profundas (COMPAGNO *et al.*, 2005; Humann; DELOACH, 2002).

Altamente migratórias, ocorrem em praticamente todo o litoral brasileiro, mas são mais comuns no Norte e Nordeste e nas ilhas oceânicas (SZPILMAN, 2004). É uma espécie pelágica de plataforma externa arenosa capturada principalmente com espinhel. Consiste em um recurso sub-explorado no Estado (ALMEIDA, 1998; ALMEIDA; PIORSKI, 2002).

Possui o crescimento lento com idade máxima registrada de 23 anos. Pode atingir 330cm de comprimento total (COMPAGNO *et al.*, 2005). No Maranhão, o maior exemplar capturado mediu 150cm.

Alimentam-se principalmente de peixes, eventualmente lulas e caranguejos pelágicos. É considerado perigoso ao homem, devido ao porte do seu tamanho e abundância (QUEIRÓZ; REBOUÇAS, 1995).

Vivíparo placentário. Suas fêmeas podem produzir de 2 - 14 embriões, por gestação, que dura cerca de 12 meses. Os filhotes apresentam uma alta taxa de crescimento, já nascem com cerca de 80 cm de comprimento. A maturidade sexual é atingida pelos machos com 1,85 - 2,15m (9 a 10 anos) e pelas fêmeas com 2,15 - 2,4m (12 anos) (SZPILMAN, 2004).

Globalmente essa espécie é avaliada pela IUCN com **quase ameaçada** em decorrência da captura acidental em determinadas pescarias.

8.4.3 *Carcharhinus leucas* (Valenciennes, 1839)

Denominado no Maranhão de tubarão boca-redonda, mas conhecido no Brasil de tubarão cabeça-chata, pertence à família Carcharhinidae. Aparentemente circuntropical, distribuindo-se nos oceanos Atlântico, Índico e Pacífico, habitando áreas costeiras como estuários e baías. Apesar de ser uma espécie pelágica marinha, esta espécie pode nadar sem problemas em água doce, a exemplo do caso registrado para um espécime capturado a uma distância de 4.000 km da foz do rio Amazonas e no rio Ucayali no Peru (COMPAGNO, 1999; HUMANN; DELOACH, 2002). É um recurso bem explorado, capturado principalmente com espinhel.

Comprimento total pode atingir 350cm; comumente com 260cm. No Maranhão, o maior registrado tinha 300cm. Crescimento lento. São vivíparos placentários, a gestação pode durar de 10 - 11 meses, e as fêmeas grávidas podem gerar até 13 embriões por ninhada (GARRICK, 1982; COMPAGNO *et al.*, 2005). Gonçalves e Almeida (2002), observaram uma fêmea grávida gerando 3 embriões no útero esquerdo e um no direito, o comprimento total dos embriões variou entre 32 - 40cm, enquanto os pesos variaram entre 210 - 410g. Estas autoras ainda observaram que *C. leucas* apresentou ovócitos em diferentes estágios de desenvolvimento, indicando que as fêmeas estejam prontas para ovular imediatamente após o parto, assemelhando-se ao que foi proposto por Nunes (1998).

O tubarão boca-redonda alimenta-se de peixes, pequenos tubarões, raias, caranguejos, camarões, ouriços-do-mar e carniça. No Maranhão, Paz; Almeida (2002) registraram peixes como *Arius proops*, *A. quadriscutis*, *Oligoplites palometa*, além de ter sido encontrado material vegetal ingerido incidentalmente com as presas.

Encontra-se na categoria de baixo risco (**quase ameaçada**) na IUCN, no entanto, como seu habitat e ambientes de berçários são nas áreas costeiras onde a degradação ambiental é mais intensa, a espécie já pode estar sofrendo grandes impactos (SZPILMAN, 2004).

8.4.4 *Carcharhinus limbatus* (Valenciennes, 1839)

O sacuri da galha preta é uma espécie pelágica oceânica e costeira cosmopolita pertencente à família Carcharhinidae. Distribui-se em águas continentais tropicais e temperadas dos oceanos Atlântico, Índico e Pacífico (GARRICK, 1982; COMPAGNO *et al.*, 2005; HUMANN; DELOACH, 2002). A espécie é capturada com espinhel e redes de emalhar.

São vivíparos placentários podendo desenvolver de 1 - 10 embriões, sendo comum de 4 - 7 embriões, que nascem com cerca de 60cm. A gestação se estende por um período aproximado de 10 a 11 meses, no início do verão, a fêmea procura as áreas estuarinas para parir seus filhotes, que permanecem nesses locais protegidos durante os primeiros anos de suas vidas (SZPILMAN, 2004). Crescimento lento. A idade máxima registrada é de 12 anos. Almeida e Piorski (2002) observaram que tanto os machos quanto as fêmeas capturadas eram adultos. Uma fêmea grávida apresentou 8 embriões e vários ovócitos em vitelogênese no ovário direito. Seu comprimento total pode atingir 275cm. No Maranhão, o maior exemplar registrado foi uma fêmea grávida de 200cm de comprimento total. Alimenta-se principalmente de peixes pelágicos e bentônicos, às vezes pequenos tubarões e raias, cefalópodes e crustáceos (COMPAGNO *et al.*, 2005; QUEIRÓZ; REBOUÇAS, 1995).

Encontra-se na categoria de Baixo Risco (**quase ameaçada**) na Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas de Extinção da IUCN. Sua ocorrência nas águas costeiras os torna vulneráveis à pesca comercial e às alterações em seu habitat provocadas pelo homem. Além disso, grande parte da captura é formada por adultos abaixo da maturidade sexual (SZPILMAN, 2004).

8.4.5 *Carcharhinus obscurus* (Lesueur, 1818)

O tubarão fidalgo da família Carcharhinidae distribui-se nos oceanos Atlântico, Índico e Pacífico. É uma espécie pelágica altamente migratória, podendo habitar da plataforma externa arenosa ao talude superior. Capturada principalmente com espinhel (COMPAGNO *et al.*, 2005).

Vivípara placentotrófica, com número de filhotes por prole variando entre 3 - 14, ocorrendo, possivelmente um ciclo de vida bi-anual, com período de gestação em torno de 7 - 8 meses. Possui crescimento lento e sua idade máxima registrada é de 35 anos. Seu comprimento total pode atingir 420cm (GARRICK, 1982; COMPAGNO *et al.*, 2005). A maturação sexual ocorre para ambos os sexos, quando o animal tem cerca de 20 anos e 2,8m (SZPILMAN, 2004).

Alimenta-se de teleósteos pelágicos e bentônicos, de outros elasmobrânquios, cefalópodes, crustáceos, às vezes mamíferos mortos (COMPAGNO *et al.*, 2005; QUEIRÓZ; REBOUÇAS, 1995).

Por apresentar crescimento lento e ter ninhadas pequenas depois de um longo período de gestação esta espécie está entre os mais vulneráveis vertebrados, sendo incluída, portanto na IUCN como espécie **vulnerável**.

8.4.6 *Carcharhinus perezii* (Poey, 1876)

O tubarão cabeça-de-cesto pertencente à família Carcharhinidae distribui-se no Atlântico ocidental, é uma espécie pelágica de plataforma continental e plataformas insulares, associada à área recifais e atinge 300cm de comprimento total. Vivíparo placentário pode desenvolver de 4 - 6 embriões por prole, com o tamanho ao nascer de 70 - 73cm. Possui crescimento lento. (COMPAGNO *et al.*, 2005; QUEIRÓZ; REBOUÇAS, 1995; HUMANN; DELOACH, 2002). Alimenta-se basicamente de peixes, mas pode preda outros cações, raias e polvos (SZPILMAN, 2004). Espécie capturada principalmente com espinhel.

O período de reprodução na região Norte do Brasil ocorre no final do verão amazônico, em novembro ou dezembro, com período de gestação de aproximadamente um ano. Supõe-se que os neonatos se desloquem para outra área logo após o parto, voltando a esta região depois de algum tempo (BARTHEM, 1985).

Apesar de sua ampla distribuição e abundância aparente em algumas áreas, este é um tubarão com baixa produtividade e tomado como captura secundária na pesca artesanal e comercial, devido o valor da sua carne e barbatanas, sendo considerado pela IUCN como espécie **quase ameaçada**.

8.4.7 *Carcharhinus plumbeus* (Nardo, 1827)

Possui várias denominações como: cação-galhudo, cação-baía, barriga d'água, abudo e cação-baiacu. Pertence à família Carcharhinidae, pelágico distribui-se nos oceanos Atlântico, Índico e Pacífico, vive em águas tropicais e temperadas tanto na plataforma interna quanto externa (GARRICK, 1982; COMPAGNO *et al.*, 2005; QUEIRÓZ; REBOUÇAS, 1995). No Brasil, ocorre por toda a costa, sendo um

dos mais abundantes tubarões de porte médio (SZPILMAN, 2004). Capturado principalmente com espinhel.

Com viviparidade placentotrófica, por prole nascem de 1 - 14 filhotes depois de um período de gestação aproximado de 8 - 12 meses. Os filhotes nascem com 50 - 70cm de comprimento. A maturidade sexual é atingida com 1,3 - 1,8m para ambos os sexos (SZPILMAN, 2004). O comprimento total pode alcançar cerca de 250 cm (GARRICK, 1982; COMPAGNO *et al.*, 2005).

Alimenta-se principalmente de peixes ósseos, também tubarões pequenos, cefalópodes, camarões, raias e gastrópodes (COMPAGNO *et al.*, 2005; QUEIRÓZ; REBOUÇAS, 1995).

Dada à elevada vulnerabilidade intrínseca desta espécie, resultante de declínios populacionais significativos é avaliada pela IUCN como **Vulnerável** a nível mundial.

8.4.8 *Carcharhinus porosus* (Ranzani, 1839)

O tubarão junteiro da família Carcharhinidae distribui-se no Atlântico ocidental e Pacífico oriental. É uma espécie demersal encontrada na plataforma continental interna preferencialmente sobre fundos barrentos e especialmente em estuários (GARRICK, 1982; COMPAGNO *et al.*, 2005). Capturada, principalmente, com redes de emalhar do tipo serreira e malhadeira. Encontra-se em estado de sobreexploração.

É uma espécie vivípara e produz de 2 a 7 embriões por gestação, que dura cerca de 10 meses. Os filhotes nascem na primavera-verão nas áreas rasas protegidas, como estuários e mangues. A maturidade sexual é atingida com 0,75m pelo macho e com 0,84m pela fêmea. Os filhotes nascem com 30 a 40cm de comprimento (SZPILMAN, 2004).

Possui crescimento lento. Esta espécie é considerada de pequeno porte, não alcançando mais de 150cm de comprimento total (GARRICK, 1982; COMPAGNO *et al.*, 2005). No Maranhão, o maior exemplar foi uma fêmea de 109cm. Alimenta-se de pequenos peixes e invertebrados, principalmente camarões e caranguejos (SZPILMAN, 2004).

Dada a crescente pressão da pesca, as evidências de declínio populacional, a sua vulnerabilidade e a falta de dados, esta espécie é considerada pela IUCN como **Vulnerável** no Brasil.

8.4.9 *Galeocerdo cuvier* (Perón & Lesueur, 1822)

O tubarão tigre também é conhecido por jaguara no Maranhão, pertence à família Carcharhinidae. Distribui-se em todos os mares tropicais desaparecendo nas latitudes subtropicais durante o inverno. Habitam costas como áreas marinhas, perto da superfície; muitas vezes estabelecido

em rios estuarinos (GARRICK, 1982; COMPAGNO *et al.*, 2005; QUEIRÓZ; REBOUÇAS, 1995). É encontrado em todo litoral ocidental maranhense. Capturada principalmente com espinhel, sendo um recurso intensamente explorado.

O comprimento total atinge aproximadamente 650cm, sendo mais comum com 400cm. O maior exemplar registrado no Maranhão foi uma fêmea adulta com 390cm. É considerada a única espécie de Carcharhinidae com viviparidade aplacentária, muito fértil sendo que uma fêmea pode produzir de 10 - 82 filhotes por ninhada, os quais nascem com uma variação de 45 - 80 cm (GARRICK, 1982; COMPAGNO *et al.*, 2005). Seu período de gestação dura de 14 - 16 meses (SZPILMAN, 2004).

É um voraz predador que se alimenta de peixes, tubarões, raias, tartarugas, aves marinhas, ouriços-do-mar, conchas, caranguejos e carniça. É nesta espécie que se registram objetos estranhos no estômago, como peças de metal, plástico, madeira, utensílios humanos. No Maranhão, Paz e Almeida (2002) registraram peixes como (*Scomberomorus regalis*, *Micropogonias furnieri*, *Cynoscion acoupa*, *Sphoeroides testudineus*, *Lactophrys sp.*, Pleuronectiformes), siris do gênero *Callinectes* e aves marinhas.

Há claras evidências de declínios em diversas populações nas áreas onde houve pescarias severas, mas em geral, a espécie não enfrenta um alto risco de extinção, sendo considerado pela IUCN como **quase ameaçada**. No entanto, a demanda de pescaria continua, especialmente por suas valiosas nadadeiras, pode resultar em um forte declínio no futuro.

8.4.10 *Isogomphodon oxyrinchus* (Müller & Henle, 1839)

O tubarão quati é o representante do gênero monoespecífico *Isogomphodon* que também pertence à família Carcharhinidae. É uma espécie endêmica do Atlântico ocidental ocorrendo apenas em Trinidad e Tobago, Guiana, Suriname, Guiana Francesa e região norte do Brasil (COMPAGNO *et al.*, 2005). Trata-se de um tubarão costeiro demersal encontrado sobre fundos rochosos e que entra em estuários e bocas de rios. Eram abundantes nas águas rasas do Maranhão, encontrados na baía de São Marcos e Cumã (LESSA *et al.*, 1999).

A sua distribuição está associada com climas quentes, úmidos e águas altamente turvas onde predominam os manguezais. As espécies entram nas baías durante a estação seca e se mudam para os bancos rasos ao largo da costa durante a estação chuvosa. Isto provavelmente está relacionado à diminuição da salinidade (LESSA *et al.*, 1999).

Durante a estação chuvosa é comum encontrar fêmeas grávidas, com ovos recentemente fertilizados ou com embriões. Por outro lado, as fêmeas não grávidas apresentam os ovários bem desenvolvidos, começo da preparação para a reprodução, os partos ocorrerão no início da estação

chuvosa, embora a gestação pareça desenvolver-se de janeiro a dezembro. A ninhada pode ser formada por até sete embriões e há um resguardo entre dois ciclos sucessivos (LESSA *et al.*, 1999).

É um tubarão de pequeno porte (LESSA *et al.*, 2000), o maior comprimento total registrado é de 160cm (COMPAGNO *et al.*, 2005), Silva e Almeida (2001b) registraram no Maranhão um exemplar com 119,5cm.

Muito vulnerável à pesca com redes de emalhar, encontra-se em estado de sobrexploração e recentemente foi adicionada à lista vermelha dos animais ameaçados de extinção sendo considerada uma espécie **Criticamente em Perigo** (LESSA *et al.*, 2006).

8.4.11 *Rhizoprionodon lalandii* (Valenciennes, 1839)

Uma espécie de tubarão rabo-seco de difícil distinção da sua congênica, *Rhizoprionodon porosus*. Distribui-se no Atlântico ocidental, do Panamá até o sul do Brasil. São tubarões comuns no litoral tropical em profundidades que variam de 3 - 70 m de profundidade, onde preferem fundo de lama e areia (GARRICK, 1982; COMPAGNO *et al.*, 2005). É uma espécie demersal costeira capturada principalmente com redes de emalhar, podendo chegar a 77 cm de comprimento.

Vivíparo placentário. Queiróz e Amado-Gama (1991b) encontraram um único padrão biológico para a espécie no Brasil. Na região sudeste, Ferreira (1988), verificou que o tamanho de primeira maturação sexual ocorre entre 50 - 60cm com parto nos meses do inverno após um tempo de gestação de 12 meses. No Maranhão, Lessa (1988), verificou que os machos só se encontram em condição funcional para a cópula a partir de 52cm. A vitelogênese foi observada em fêmeas a partir de 49cm e gravidez a partir de 53cm. A fecundidade uterina variou entre 2 - 5 embriões.

Alimenta-se de pequenos peixes ósseos, inclusive sardinhas e anchovas, também camarão e lulas (COMPAGNO *et al.*, 2005; QUEIRÓZ; REBOUÇAS, 1995).

A avaliação das tendências populacionais desta espécie é incerta devido à falta de registros a nível global, sendo, portanto, classificada pela IUCN como espécie com **dados insuficientes**, embora os dados quantitativos sobre as capturas e a abundância demonstram que esta espécie estar ameaçada em muitas áreas de sua distribuição. No Brasil, a grande proporção de recém-nascidos e juvenis nas capturas compromete o recrutamento para a população adulta, sendo, portanto, classificada a nível nacional como **vulnerável**.

8.4.12 *Rhizoprionodon porosus* (Poey, 1861)

O tubarão rabo-seco mais comum no litoral maranhense, ou figuinho como é mais conhecido no local, pertence à família Carcharhinidae, distribuiu-se no Atlântico ocidental principalmente no litoral das Bahamas, Cuba, Jamaica, Porto Rico, Ilhas Virgens, Martinica, Honduras, Panamá, Venezuela, Brasil e Uruguai (GARRICK, 1982; COMPAGNO *et al.*, 2005).

Consiste em uma espécie pelágica costeira tropical da plataforma continental sul-americana que se encontra em plataformas insulares do Caribe e da América do Sul, embora também seja possível achá-la em profundidades de até 500m, às vezes em baías e estuários, podendo penetrar nos rios (COMPAGNO *et al.*, 2005). É capturada principalmente com redes de emalhar dos tipos serreira e malhadeira tornando-se um recurso intensamente explorado no Estado.

É uma espécie de pequeno porte, os maiores exemplares medem 110cm de comprimento total, entretanto Gadig (2001) observou indivíduos com 120cm no litoral da Bahia e Paraíba.

Sua estratégia reprodutiva se dá por viviparidade placentária com número de embriões variando entre 2 - 6 e o período de gestação pode durar cerca de 10 - 11 meses e os filhotes nascem na primavera-verão na região sudeste do Brasil. Ferreira (1988) observou no Rio de Janeiro que apenas o ovário esquerdo era funcional e que a mãe poderia produzir entre 2 - 5 embriões conforme seu comprimento. O parto e a cópula se davam nos meses do inverno, e o período de gestação é de 12 meses. O tamanho de primeira maturidade sexual variou entre 70 e 80 cm.

Na Bahia, Queiróz e Amado-Gama (1991a), verificaram que a fecundidade desta espécie variou entre 2 - 8 embriões os quais tinham comprimento total médio de 39cm, Gadig (2001) verificou que no Amapá a média é de quatro embriões os quais mediram entre 12,3 - 20cm.

Por apresenta uma ampla distribuição e abundância, rápido crescimento e uma produtividade moderada, os resultados de sua avaliação pela IUCN é de uma espécie de **menos interesse**. No entanto, dado ao intenso esforço da pesca costeira artesanal, o estado de conservação desta espécie deve ser monitorado.

8.4.13 *Ginglymostoma cirratum* (Bonnaterre, 1788)

O tubarão lixa é conhecido no Maranhão também por urumaru, consiste no único representante da família Ginglymostomatidae. Sua distribuição sugere a repartição biogeográfica da sua população em áreas tropicais do Atlântico ocidental e oriental e no Pacífico oriental (COMPAGNO, 2002). Capturada principalmente com espinhel sendo um recurso bem explorado no Estado.

O maior comprimento total registrado é de 430cm, no Maranhão, o maior exemplar mediu 259cm. Seu crescimento é lento e quanto ao desenvolvimento embrionário é vivípara aplacentária, com a produção de 21 - 28 embriões por ninhada. No Amapá, Gadig (2001) registrou uma fêmea com 33 embriões, enquanto Almeida e Piorski (2002) registraram uma fêmea com 30 embriões. O menor neonato capturado no Amapá por Gadig (2001) era de 32cm.

Apresentam hábito alimentar noturno, alimentando-se de invertebrados de fundo como lagostas, camarões, caranguejos, ouriços-do-mar, lulas, polvos, gastrópodes, bivalves, e peixes como bagres, peixes-cofre, peixes-serra, rêmoras, raias. Em uma avaliação geral da dieta desta espécie realizada no Maranhão foram encontrados nos estômagos analisados *Scomberomorus regalis*, *Lobotes surinamensis*, *Echeneis naucrates*, *Lactophrys sp.*, *Isogomphodon oxyrinchus*, raia e Hidrozoa.

Apesar de sua ampla distribuição, praticamente nada se sabe sobre o comportamento desta espécie sendo considerada como espécie **deficiente em dados** a nível mundial. Há evidências qualitativas recentes de declínios da população em diversas áreas, pois esta espécie é extremamente vulnerável à pesca costeira e também a impactos indiretos na costa, especialmente em áreas de recifes, que constituem o seu habitat principal.

8.4.14 *Sphyrna lewini* (Griffth & Smith, 1834)

Denominada de panã branco no Maranhão, esta espécie pertence à família Sphyrnidae e possui distribuição circunglobal em mares temperados e tropicais e dos oceanos Atlântico, Índico e Pacífico (COMPAGNO *et al.*, 2005; QUEIRÓZ; REBOUÇAS, 1995). No Maranhão são encontrados em profundidade a partir de 30 metros, os adultos são capturados com espinhel e jovens são capturados incidentalmente com redes de emalhar (serreira).

O comprimento máximo registrado é de 430cm. No Maranhão, o maior exemplar foi obtido por Almeida e Piorski (2002), uma fêmea com 410cm. A idade máxima é de 35 anos.

Sua estratégia reprodutiva consiste em viviparidade placentotrófica, produzindo de 5 a 38 embriões por ninhada e o período de gestação dura entre 9 - 11 meses. Alimenta-se principalmente de teleósteos e cefalópodes, também lagostas, camarões, caranguejos, incluindo outros tubarões e raias (COMPAGNO *et al.*, 2005; QUEIRÓZ; REBOUÇAS, 1995).

Devido à alta vulnerabilidade desta espécie em todas as fases do seu ciclo de vida e aos declínios significativos que sua população vem sofrendo em várias áreas de sua distribuição, esta espécie é considerada como globalmente ameaçada de **extinção**.

8.4.15 *Sphyrna tiburo* (Linnaeus, 1758)

Este tubarão martelo é denominado no Maranhão de sirizeira, também pertence à família Sphyrnidae. Esta espécie costeira e pelágica distribui-se em águas tropicais e temperadas quentes das costas americanas, no Atlântico ocidental e Pacífico oriental (COMPAGNO *et al.*, 2005; QUEIRÓZ; REBOUÇAS, 1995).

O maior comprimento total estimado é de 150cm (COMPAGNO, 1999), sendo que os maiores exemplares são provenientes do Brasil com 130cm. Já para Silva (1987), em um estudo realizado com essa espécie na costa ocidental do Maranhão, o comprimento máximo foi 125cm. Sadowsky (1971) registrou para o litoral de São Paulo e Clarck e Schmidt *apud* Silva (1987) para a Flórida, como maior tamanho, indivíduos com 134 - 103cm, respectivamente, portanto inferiores também ao afirmado por Compagno (1999).

Apesar da pressão da pesca, esta é uma espécie abundante, com algumas das maiores taxas de crescimento populacional para tubarões, tornando-se muito menos susceptível às mudanças que a maioria das outras espécies de elasmobrânquios, sendo, portanto, classificada pela IUCN como espécie **segura** ou **pouco preocupante**.

8.4.16 *Sphyrna tudes* (Valenciennes, 1822)

O panã amarelo é uma espécie de tubarão martelo, família Sphyrnidae, que se distribui no Atlântico do sudoeste da Venezuela até o Uruguai, assim como no Mar Mediterrâneo e no Pacífico Oriental (COMPAGNO *et al.*, 2005; QUEIRÓZ; REBOUÇAS, 1995). Capturada principalmente com redes de emalhar, encontra-se em estado de sobre-exploração.

Vivíparo placentário. Castro (1989) estudando a biologia de uma população de Trinidad e Tobago observou neonatos com cerca de 40cm. No Pará, Barthem (1985) observou fêmeas grávidas com até 10 embriões que mediam cerca de 20cm de comprimento. No Maranhão, Stride e outros (1992) capturaram machos que mediam entre 43 - 122cm de comprimento enquanto as fêmeas mediam entre 45 - 132cm. Foi estimado o comprimento da primeira maturação sexual para machos em torno de 92,1cm de comprimento e as fêmeas em maturação começam a ser encontradas com comprimento de 85cm, sendo que a maturidade se completa quando o animal atinge 130cm.

O número de embriões variou entre 5 - 19 por fêmea, com tamanhos de até 34cm. Lucena e outros (1993) capturaram machos no Maranhão que mediam entre 48 e 117cm e fêmeas entre 38-129cm. As fêmeas atingem a maturidade sexual com tamanho de 97,3cm enquanto os machos atingem a

maturidade com o tamanho entre 85 e 93,7cm. O maior embrião observado por esses autores media 23cm.

Alimenta-se de pequenos peixes ósseos, mas também de recém-nascidos de tubarões-martelo, siris, lulas e camarão (COMPAGNO *et al.*, 2005).

Dado o seu habitat costeiro, sua capacidade de reprodução limitada, a susceptibilidade para a captura e a crescente pressão da pesca em toda a sua distribuição, a espécie é avaliada pela IUCN como **vulnerável**.

8.4.17 *Sphyrna mokarran* (Ruppel, 1837)

Esta espécie de panã também pertence à família Sphyrnidae, é considerada uma espécie circunglobal com ocorrência em mares temperados e tropicais costeiros ocorrendo nos oceanos Atlântico, Índico e Pacífico (COMPAGNO *et al.*, 2005; QUEIRÓZ; REBOUÇAS, 1995). Espécie pelágica de plataforma interna é capturada principalmente com redes de emalhar.

O maior tamanho registrado para a espécie foi de 610cm, com machos amadurecendo entre 234 - 269cm e fêmeas entre 250 e 300cm, com período de gestação de 10 - 12 meses e produção de 13 a 42 filhotes com o tamanho ao nascer estimado entre 50 - 70cm (COMPAGNO *et al.*, 2005; QUEIRÓZ; REBOUÇAS, 1995).

Os principais trabalhos no Brasil que estudaram esta espécie foram de Sadowsky (1971) e Gadig (2001). Lessa (1986) examinou somente indivíduos jovens procedentes das Reentrâncias Maranhenses. Gadig (2001) sugere, então, que indivíduos de grande porte estejam restritos a águas mais profundas, enquanto neonatos e jovens utilizam áreas mais rasas, protegidas e que ofereçam condições ambientais para o recrutamento de uma determinada faixa da população. Alimenta-se de raias (famílias Rhinobatidae, Rajidae e Rhinopteridae), outros tubarões (dos gêneros *Mustelus*, *Carcharhinus* e *Rhizoprionodon*) peixes ósseos (das famílias Megalopidae, Clupeidae, Carangidae, Sciaenidae e Serranidae e da ordem Tetraodontiformes), caranguejos, lulas.

Por apresentar uma baixa sobrevivência à captura e a alta valorização de suas barbatanas, esta espécie torna-se vulnerável à sobre-exploração e esgotamento da população, sendo considerada pela IUCN com espécie em **Perigo**.

8.4.18 *Mustelus higmani* Springer & Lowe, 1963

Denominado de cação-diabo, canejo ou Sebastião, pertence à família Triakidae. Distribui-se no Atlântico ocidental na costa do norte de Venezuela para o sul para o Brasil, consistindo em uma espécie

endêmica da América do Sul (FIGUEIREDO, 1977; HEEMSTRA, 1997; FROESE; PAULY, 2011). É uma espécie demersal de plataforma interna, e possivelmente sua população está diminuindo pelo impacto negativo da pesca de camarão na região norte (GADIG, 2001; LÉOPOLD, 2004).

Vivíparo placentário. A fecundidade uterina varia entre 1 - 7 embriões, sendo mais freqüentes de 3 - 4 por fêmea. A primeira maturidade sexual em machos foi observada com cerca de 41,5cm. Entretanto, Springer e Lowe (1963) estimaram que as fêmeas amadurecem com 47,5cm e os machos com 42,5cm. O tamanho ao nascer foi estimado entre 19 - 24cm. O maior comprimento total registrado é de 63,5cm. O único exemplar depositado na coleção de peixes do Departamento de Oceanografia e Limnologia da Universidade Federal do Maranhão é uma fêmea de 53,0cm.

Alimentam-se principalmente de crustáceos e ocasionalmente de peixes ósseos, lulas e cnidários. Em estudos no Amapá, Gadig (2001) observou a predominância de Stomatopoda, seguida de Decapoda na dieta da espécie. Este autor estimou comprimento total médio para a primeira maturação sexual de 37cm para fêmeas.

Embora muito capturada, esta espécie é considerada pela IUCN como **segura** ou **pouco preocupante**, devido a sua ampla distribuição e uma biologia reprodutiva privilegiada para um Chondrichthyes.

8.4.19 *Mustelus canis* (Mitchill, 1815)

Denominado de canejo ou Sebastião, pertence à família Triakidae. Distribui-se nas águas subtropicais e temperadas quentes do Atlântico e do Mediterrâneo. No Brasil, ocorrem em praticamente todo o litoral, mas são mais comuns no Sul e Sudeste (SZPILMAN, 2004). É uma espécie pelágica demersal costeira de águas rasas.

Vivíparo placentário. A fecundidade uterina varia entre 4 e 20 embriões por gestação, que dura de 10 - 11 meses. A maturidade sexual é atingida com 0,6 - 0,9m pelos machos e com 0,7 - 1,2m pela fêmea, que pode armazenar o esperma do macho por até um ano (SZPILMAN, 2004).

Alimentam-se principalmente de caranguejos, lagostas, pequenos peixes e moluscos (SZPILMAN, 2004).

Encontra-se na categoria de **Baixo Risco** (quase ameaçada) na Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas de Extinção da IUCN. No entanto, há indícios de que uma expansão do esforço de sua pesca tenha causado um rápido declínio nos estoques do Atlântico.

8.4.20 *Narcine brasiliensis* (Olfers, 1835)

A raia treme-treme ou raia-elétrica pertence à família Narcinidae. Distribui-se da Carolina do Norte (EUA) à Argentina. Demersal que habita águas costeiras, sobre areia ou lama. Comum ao longo de costas arenosas, às vezes próximo a recifes de corais, comuns em arrasto de praia. Possui hábitos noturnos, se desloca para baías rasas à noite para alimentar-se, preferindo animais vermiformes, mas podem ingerir enguias juvenis, anêmonas e pequenos crustáceos (BIGELOW; SCHROEDER, 1953; CARVALHO-FILHO, 1999; LÉOPOLD, 2004). Produz uma voltagem entre 14 - 37 volts que funciona como defesa e ataque. Não é utilizada na alimentação humana.

A falta de dados quantitativos impede uma avaliação precisa do status da espécie, sendo avaliada pela IUCN com espécie com **dados deficientes**. É necessário o desenvolvimento de mais estudo da espécie para resolver problemas taxonômicos, definir melhor a sua distribuição e determinar o tamanho da população.

8.4.21 *Pristis pristis* (Linnaeus, 1758)

O espadarte da família Pristidae distribui-se no Atlântico Noroeste, Atlântico nordeste, Pacífico central e na América do Sul, onde é usualmente identificada como *Pristis perotteti* Müller & Henle, 1841. No Brasil, ocorre atualmente nas regiões de influência amazônica como o Pará e o Maranhão. É uma espécie bentopelágica estuarina sendo capturada principalmente em curral e com espinhel. É um recurso aparentemente sobre-explorado no Estado.

O maior comprimento total registrado é de 650cm, mas Paz e Almeida (2003) capturaram de um exemplar de 800cm, o qual continha em seu estômago *Epinephelus itajara* e dois exemplares *Cynoscion acoupa*. Vale ressaltar que o espadarte não foi analisado em laboratório por questões logísticas.

Por viver em locais sujeitos as intensas pescarias artesanais e comerciais e pela sua alta valorização, é considerada pela IUCN como espécie **Criticamente em Perigo**, sendo que já não ocorre em algumas áreas de sua distribuição.

8.4.22 *Pseudobatos lentiginosus* (Garman 1880)

Denominada de raia viola e pertencente à família Rhinobatidae, distribui-se no Atlântico ocidental. É uma espécie demersal e costeira. Seu comprimento total nos machos é de 75cm e para as fêmeas é de 76cm (BIGELOW; SCHROEDER, 1953; CARVALHO-FILHO, 1999). A espécie teve seu

único registro de ocorrência no Maranhão no trabalho de Lessa (1986). Alimenta-se de moluscos e crustáceos.

Há pouca informação biológica sobre esta espécie, mas devido a sua baixa fecundidade e a seu habitat ser suscetível a impactos humanos, é considerada pela IUCN como espécie vulnerável ao empobrecimento da população, sendo incluída na categoria de **Quase Ameaçada**.

8.4.23 *Pseudobatos percellens* (Walbum, 1792)

A raia viola pertence à família Rhinobatidae, habita águas tropicais e subtropicais do oceano Atlântico (BIGELOW; SCHROEDER, 1953; CARVALHO-FILHO, 1999; LÉOPOLD, 2004). O primeiro registro de ocorrência no Maranhão foi realizado pela Sudam (1969). A espécie atinge cerca de 100cm de comprimento total, o tamanho médio de exemplares capturados pela pesca artesanal no Maranhão foi de 51,5cm (NUNES *et al.*, 2005). São demersais de plataforma interna arenosa e podem ser capturadas na costa com redes de emalhar e currais.

São ovíparas e o tamanho da primeira maturidade sexual para machos é de 50cm. Alimentam-se de polvos, camarões, pequenos peixes e outros invertebrados.

Esta espécie é avaliada pela IUCN como **Quase Ameaçada**, com base em declínios inferidos como resultado da persistência de elevados níveis de exploração.

8.4.24 *Hypanus americanus* (Hidelbrand & Schroeder, 1928)

A raia prego pertencente à família Dasyatidae distribui-se no Atlântico ocidental, são comuns no Caribe, no Golfo do México, norte de Nova Jersey e Sul do Brasil, são ocasionais em Bahamas e Flórida (HUMANN; DELOACH, 2002). Seu disco tem largura máxima de 200cm. É espécie que pode ser capturada em estuários principalmente com redes de emalhar. Alimenta-se de bivalves, poliquetas, camarões, caranguejos e de pequenos peixes. Há ocorrência para o Maranhão (SUDAM, 1969).

Por apresenta poucas informações disponíveis sobre sua população é considerada como espécie com **dados deficientes** a nível mundial. O aumento da pressão pesqueira em algumas regiões do Brasil é preocupante, sendo prioridade fazer o controle das capturas. Impactos sobre o ambiente costeiro pode também representar uma ameaça para esta espécie.

8.4.25 *Fontitrygon geijskesi* (Boseman, 1948)

Denominada de raia morcego pertence à família Dasyatidae. Distribui-se no Atlântico ocidental, da costa norte da Venezuela até o sul do Brasil. É uma espécie demersal costeira, geralmente encontrada em águas rasas e em fundos arenosos em profundidade entre 5 - 25m (BIGELOW; SCHROEDER, 1953; LÉOPOLD, 2004). Seu comprimento total máximo é de 150cm, são capturadas principalmente com espinhel.

No Maranhão, Lessa (1986) registrou sua primeira ocorrência. Almeida e Piorski (2002) estudaram sua alimentação e aspectos reprodutivos. Eles obtiveram um exemplar de 140cm, além disso, verificaram que a espécie se alimenta de peixes das famílias Engraulidae e Mugilidae, da ordem Clupeiformes e camarões da família Penaeidae. Também analisaram fêmeas entre 92 - 140cm e machos entre 70 - 81cm, sendo que destes todos os exemplares machos eram maduros, enquanto 20% das fêmeas eram imaturas, 40% em estágio de maturação ou em recuperação, 20% estavam grávidas e 20% desovadas.

Estudos mais aprofundados devem ser realizados sobre esta espécie, mas, dada sua ocorrência em regiões costeiras, sua biologia e o aparente interesse da pesca industrial, a IUCN a classifica como espécie **Quase Ameaçada**.

8.4.26 *Hypanus guttatus* (Bloch & Schneider, 1801)

A raia bicuda pertence à família Dasyatidae e distribui-se no oceano Atlântico ocidental, em toda extensão do Golfo do México, Antilhas até a região sudeste do Brasil. São abundantes na Venezuela e Guiana. A largura máxima do disco é de 45 cm (BIGELOW; SCHROEDER, 1953; LÉOPOLD, 2004). *D. guttatus* teve seu primeiro registro no Maranhão no levantamento feito por Lessa (1986). É uma espécie demersal costeira habita águas rasas. Capturada principalmente com espinhel sendo um recurso bem explorado e um dos mais abundantes dentre os elasmobrânquios no Maranhão. Sua estratégia reprodutiva é a viviparidade aplacentária.

Para alguns estados brasileiros, há uma crescente pressão de pesca sobre esta espécie, mas não há avaliações de base populacional sobre as possibilidades de pesca, sendo considerada pela IUCN como espécie com **dados deficientes**.

8.4.27 *Hypanus marianae* (Gomes, Rosa e Gadig, 2000)

A raia amarela, como é conhecida no Maranhão, pertencente à família Dasyatidae foi recentemente descrita com base em exemplares capturados desde o Parque Estadual Marinho do Parcel de Manuel Luiz (Maranhão) até o Parque Nacional Marinho de Abrolhos (Bahia). Até o momento esta espécie foi registrada apenas para o Brasil, o que lhe configura como endêmica e sua frequência é ocasional ou rara no nordeste (CARVALHO-FILHO, 1999; HUMANN; DELOACH, 2002).

Habitam áreas de areia, especialmente ao redor de recifes. Escondem-se na lama e às vezes se cobrem com areia. Por se tratar de uma espécie recentemente descrita conhece-se pouco sobre seus aspectos biológicos e ecológicos, sendo classificada pela IUCN como espécie com **Dados Insuficientes** para qualquer avaliação.

8.4.28 *Hypanus say* (Lesueur, 1817)

A raia da pedra da família da Dasyatidae está distribuída no Atlântico ocidental, de Massachusetts até a Argentina. Habita águas costeiras, sobre o fundo de areia, lama ou cascalho onde se alimenta de crustáceos, moluscos, poliquetas e peixes. Utiliza-se de jatos de água associado ao movimento das suas nadadeiras peitorais para capturar seu alimento (CARVALHO-FILHO, 1999).

Seu primeiro registro no Maranhão foi realizado por Silva e Almeida (2002). É uma espécie demersal que habita águas costeiras, geralmente encontrada perto da costa, em profundidade de 10m, sendo capturada principalmente com espinhel.

Dada a sua abundância, distribuição relativamente ampla e sem maiores ameaças, a espécie é avaliada pela IUCN como **segura** ou **pouco preocupante**.

8.4.29 *Urotrygon microphthalmum* Delsman, 1941

Denominada de raia de fogo pertence à família Urotrygonidae. Segundo Bigelow e Schroeder (1953) esta espécie era conhecida apenas na região da desembocadura do rio Amazonas e Orenoco. É uma espécie comumente capturada com redes de arrasto em pescaria costeiras.

Rincón-Filho e outros (1997) citaram a ocorrência dessa espécie para a região Nordeste. A espécie foi registrada em dois trabalhos no Maranhão (ALMEIDA *et al.*, 2000; NUNES *et al.*, 2005), mas atualmente informações sobre a sua abundância no nosso litoral encontram-se defasada. Em comunicação pessoal com o professor Ricardo Rosa, este informou da diminuição acentuada desta espécie no litoral da cidade de João Pessoa.

Piorski e Nunes (2000) estudaram aspectos da morfometria da espécie e verificaram dimorfismo sexual, com os machos possuindo focinhos mais proeminentes e as fêmeas com o disco mais arredondado. A diferença na morfologia de machos e fêmeas provavelmente corresponde às suas disparidades quanto ao uso do habitat.

Embora nenhum estudo populacional tenha sido feito a espécie não é aparentemente ameaçada devido ao seu pequeno tamanho e abundância, sendo considerada pela IUCN na categoria de espécie **segura** ou **pouco preocupante**.

8.4.30 *Urotrygon venezuelae* Schultz, 1949

Também conhecida por raia de fogo, é semelhante a sua congênica *Urotrygon microphthalmum*. Mas sua distribuição é mais ampla, constando da costa do México até o Panamá e o oceano Pacífico. Suas características distintivas estão na generalidade das protuberâncias dorsais e na fileira de espinhos na região longitudinal média do dorso estendendo-se até a base da cauda (BIGELOW; SCHROEDER, 1953; ALMEIDA *et al.*, 2000).

Dois exemplares foram capturados no litoral maranhense, e a média do seu comprimento do disco correspondeu 26,6cm (NUNES *et al.*, 2005).

Apesar de haver pouca informação disponível sobre a espécie, sua conservação é necessária devido à sua distribuição restrita, a sua ocorrência em áreas costeiras. Os elevados níveis de capturas nas pescarias de arrasto são preocupantes, o que a colocou na categoria de **Quase Ameaçada** na Lista Vermelha da IUCN.

8.4.31 *Gymnura micrura* (Bloch & Schneider, 1801)

Denominada de raia baté ou raia manteiga, pertence à família Gymnuridae, são geralmente confundidas com *Gymnura altavela*. São encontradas em águas tropicais e temperadas do oceano Atlântico e Mediterrâneo. Na costa americana distribui-se da Nova Inglaterra ao Rio de Janeiro (HUMANN; DELOACH, 2002; LÉOPOLD, 2004).

É uma espécie demersal que prefere águas da plataforma continental e normalmente é encontrada em fundos inconsolidados. Pode entrar em estuários salgados ou lagunas hipersalinas. Capturada principalmente com redes.

A largura do disco varia entre 15 e 120 cm. Teve seu primeiro registro no Maranhão no trabalho da Sudam (1969). Os machos amadurecem com pouco mais de 40 cm de largura de disco. A espécie alimenta-se de peixes e camarões.

Trata-se de uma espécie de frequência comum em pescarias costeiras, mesmo em poças de marés e sua captura ocorre principalmente em arrastos de camarão e em currais (PIORSKI *et al.*, 2009; NUNES, JLS comunicação pessoal). Alguns exemplares juvenis com deformação congênita foram encontrados no litoral maranhense, esta anomalia consta de uma dobra dérmica sobre o ponto médio da cauda, algo semelhante a uma nadadeira dorsal vestigial (NUNES; PIORSKI, 2009).

Devido à falta de informação sobre sua biologia esta espécie é avaliada como **Deficiente em dados** mundialmente, mas, dada a sua vulnerabilidade às pescarias, combinado com as limitadas características biológicas, deve-se fazer um esforço imediato para coleta de dados para uma avaliação precisa.

8.4.32 *Aetobatus narinari* (Euphrasen, 1790)

Conhecida por raia pintada, pertence à família Myliobatidae. É encontrada em águas tropicais e temperadas dos oceanos Atlântico, Índico e Pacífico. A largura máxima do disco chega alcançar 200cm. Registrada pela primeira vez no Maranhão por Lessa (1986). Possui comportamento bentopelágico, comumente encontrada em águas costeiras rasas como baías e recifes de corais, mas pode cruzar bacias oceânicas e às vezes entra em estuários. Nada perto da superfície, ou perto do fundo, e salta ocasionalmente para fora d'água (BIGELOW; SCHROEDER, 1953; HUMANN; DELOACH, 2002; LÉOPOLD, 2004). No Maranhão, é capturada principalmente com espinhel.

De acordo com Bigelow e Schroeder (1953) alimenta-se principalmente de bivalves, camarões, polvos e pequenos peixes.

É mais comum observá-las aos pares e raramente formam cardumes grandes durante a estação da não procriação. Produz cerca de 4 embriões que nascem com o tamanho muito variável, de 17 - 36cm de largura (BIGELOW; SCHROEDER, 1953; HUMANN; DELOACH, 2002).

Os parâmetros biológicos limitados, o habitat costeiro e o seu valor comercial, colocam esta espécie na categoria de **Quase Ameaçada** na lista Vermelha da IUCN.

8.4.33 *Rhinoptera bonasus* (Mitchill, 1815)

A raia jaburana é oceânica e pelágica, pertence à família Myliobatidae, ocorre da Nova Inglaterra ao Rio Grande do Sul - Brasil. Habitam águas abertas, de baías e estuários, sobre o fundo de lama, areia e cascalho (BIGELOW; SCHROEDER, 1953; CARVALHO-FILHO, 1999). Pode ser capturada com espinhel, entretanto os pescadores artesanais preferem abandonar a arte para que o animal, que atinge 2,13m na largura do disco, não vire a embarcação (SANTOS, 2004). Em estudo sobre a captura de

raias pela pesca artesanal Nunes, Almeida e Piorski (2005) verificaram que a média da largura do disco foi de 81,4 cm.

Realizam grandes migrações para a reprodução durante o verão, onde produzem por ninhada 6 embriões em média, que nascem com cerca de 30cm de largura (CARVALHO-FILHO, 1999). Alimenta-se de invertebrados bentônicos, em especial moluscos e crustáceos (BIGELOW; SCHROEDER, 1953; CARVALHO-FILHO, 1999).

A espécie é avaliada globalmente como **Quase Ameaçada**, devido à pressão de pesca sobre o ambiente em que vive.

8.4.34 *Mobula hypostoma* (Bancroft, 1831)

Conhecida como raia gaveta, pertence à família Mobulidae. Possui distribuição na área tropical do oceano Atlântico, tem hábito pelágico e podem ser encontradas na plataforma continental e ilhas oceânicas. São nadadoras muito ativas e realizam grandes migrações (BIGELOW; SCHROEDER, 1953).

Seu primeiro registro para o Maranhão ocorreu no trabalho de Lessa (1986). A largura máxima do disco é de 130cm, o valor médio dos exemplares capturados foi registrado por Nunes e outros (2005) constando na largura máxima de 105cm. Produz um embrião por gravidez, que nasce com cerca de 50cm de largura. Teve seu primeiro registro para o Maranhão através do trabalho de Lessa (1986). Atinge 54cm e o maior capturado por Almeida (1998) apresentou 49 cm.

São vivíparas e os machos com pouco mais de 20cm já são maduros. Sua fecundidade é de 4 a 15 embriões por ninhada, que nascem com cerca de 11 cm (BIGELOW; SCHROEDER, 1953; CARVALHO-FILHO, 1999). Alimenta-se principalmente de crustáceos planctônicos, podendo alimentar-se de pequenos peixes, e podem ser vistas saltando sobre a superfície da água (BIGELOW; SCHROEDER, 1953).

Esta espécie é classificada pela IUCN como espécie com **Dados Deficientes**, pois há pouca informação específica sobre a sua captura, abundância e distribuição da população.

8.4.35 Padrões de distribuição de peixes no Estado do Maranhão

A análise dos registros de ocorrência das espécies possibilitou a identificação de seis padrões de distribuição para o estado: 1) Maranhão central; 2) Cerrado maranhense; 3) Oeste maranhense; 4) Amazônia maranhense; 5) Planalto maranhense; e 6) Marinho-Estuarino (Figura 1).

O padrão “Maranhão central” é formado por aquelas espécies com ocorrência compartilhada entre as bacias do Itapecuru, Mearim, Grajaú e Pindaré, representado por sete espécies pertencentes a

sete famílias. Na área geográfica deste padrão estão incluídas quatro unidades de conservação e 11 áreas indígenas (Figura 20A). Esse padrão sobrepõe-se, ainda, a várias áreas consideradas prioritárias para a conservação (prioridade Alta a Extremamente Alta) de acordo com a Portaria nº 463, de 18 de dezembro de 2018 do MMA.

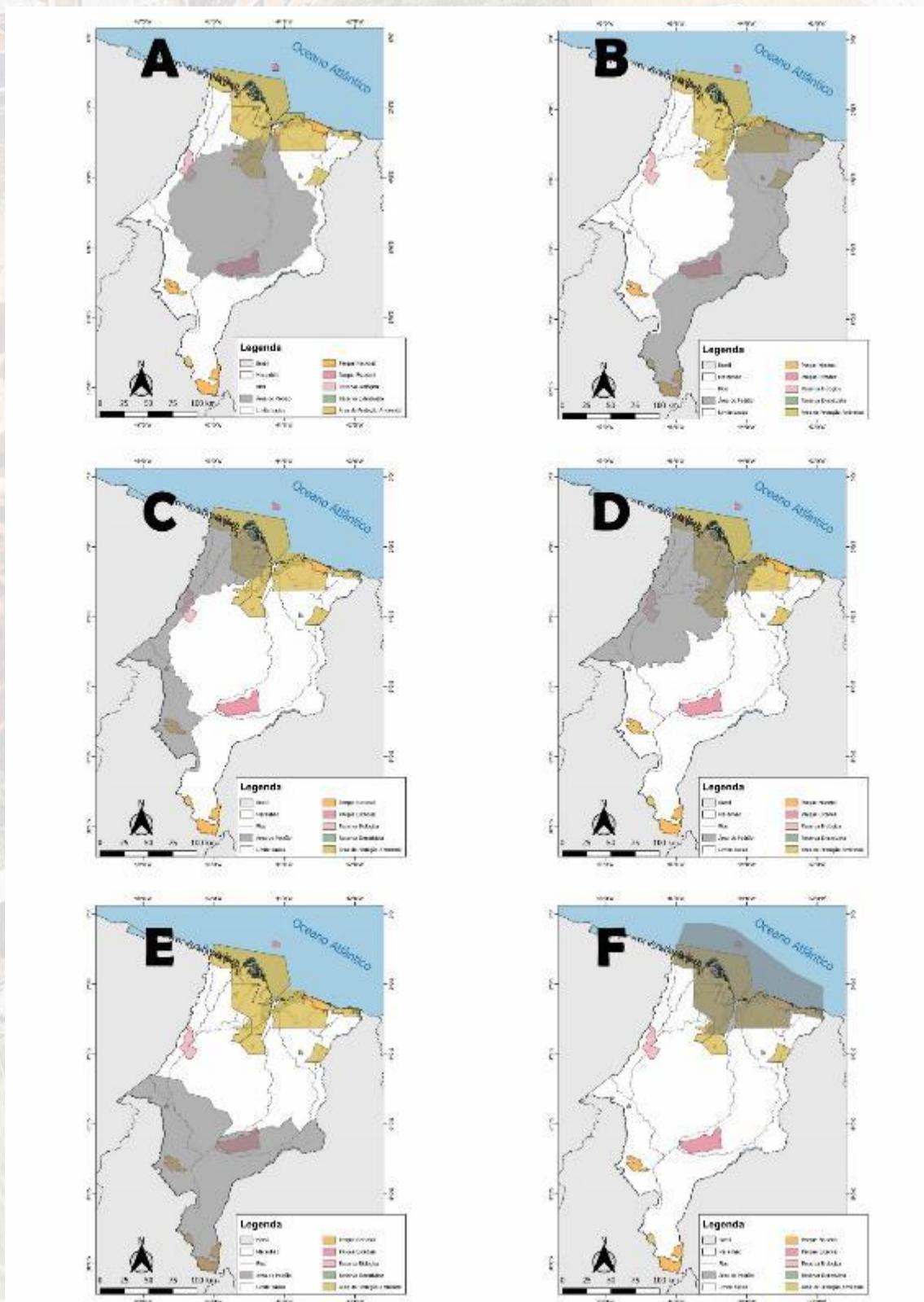
O padrão “Cerrado maranhense” é caracterizado por espécies que possuem distribuição para as bacias que estão presentes no bioma Cerrado dentro do estado (Parnaíba, Preguiça, Peria, Munim e Itapecuru), e é composto por três espécies (Figura 20B). Esse padrão inclui 9 unidades de conservação, duas reservas extrativistas e algumas das maiores extensões de áreas definidas como prioritárias para a conservação.

A distribuição de espécies comuns às bacias na região oeste do estado (Tocantins, Gurupi, Maracaçumé, Turiaçu e Litoral Ocidental) compõem o padrão “Oeste maranhense”, sendo representado por apenas dois táxons (Figura 20C).

Na “Amazônia maranhense” o padrão é definido pela ocorrência de 16 espécies compartilhadas e com distribuição restrita aos rios desse bioma (Tocantins, Gurupi, Maracaçumé, Turiaçu e Litoral Ocidental, além de parte da bacia do Mearim) (Figura 20D). Na área desse padrão estão inseridas a maioria das áreas definidas como Prioritárias para a Conservação segundo a Portaria nº 463, de 18 de dezembro de 2018 do MMA. Além das espécies compartilhadas que definem o padrão, quatro espécies apresentam ocorrência exclusiva em rios da área (*Aphyocharax brevicaudatus* BRITO; GUIMARÃES; CARVALHO-COSTA; OTTONI, 2019; *Hyphessobrycon caru* Guimarães, BRITO; FEITOSA; CARVALHO-COSTA; OTTONI, 2019; *Hyphessobrycon frickei* Guimarães, BRITO; BRAGANÇA; KATZ; OTTONI, 2020; *Loricaria turi* SARAIVA; ABREU; OTTONI; PIORSKI, 2021).

O “Planalto maranhense”, por sua vez, é um padrão gerado por oito espécies que se distribuem principalmente pelas porções altas dos rios do Estado do Maranhão (Figura 20E). Por fim, o padrão “Marinho-estuarino” corresponde às espécies com distribuição restrita aos estuários e áreas costeiras do litoral maranhense (Figura 20F).

Figura 20 – Padrões de distribuição para a ictiofauna do Estado do Maranhão. A) Maranhão Central; B) Cerrado maranhense; C) Oeste maranhense; D) Amazônia maranhense; E) Planalto maranhense; F) Marinho-estuarino



8.5 Macro-avaliação da ictiofauna do Estado do Maranhão

8.5.1 Endemismos e áreas prioritárias para a conservação

A ocorrência de espécies endêmicas nas bacias maranhenses, tais como, *Platydoras brachylecis*, *Charax awa*, *Hyphessobrycon piorskii*, *Hyphessobrycon caru*, *Cichlasoma zarskei*, *Rhamphichthys atlanticus*, *Auchenipterus menezesi*, *Roeboides sazimai* e *Loricaria turi* sugerem que a distribuição dessas espécies deve ser considerada na definição de áreas prioritárias para a conservação. Nesse aspecto, os padrões identificados para a distribuição da ictiofauna no Estado indicam que algumas espécies podem apresentar distribuições restritas a bacias ou conjunto de bacias hidrográficas. Assim, é importante considerar os padrões propostos durante o estabelecimento de áreas prioritárias a fim de evitar perdas faunísticas.

As áreas de abrangência dos padrões identificados incluem, em sua maioria, áreas protegidas já definidas em Lei. Dessa forma, a combinação das informações de Áreas Protegidas com os padrões de distribuições pode ser uma ferramenta adicional para o reconhecimento de áreas prioritárias. Por exemplo, em uma análise sobre a importância do Parque Estadual do Mirador para a proteção da ictiofauna no cerrado maranhense, Rocha (2020) observou que esta UC é efetiva na proteção de espécies de peixe de água doce, e possui maior quantidade de espécies raras, além de conter boa representatividade da ictiofauna do Cerrado e das bacias hidrográficas do Maranhão. Assim, essa área poderia ser considerada prioritária, uma vez que já é uma UC e está incluída dentro da área de dois padrões de distribuição identificados: Cerrado maranhense e Planalto maranhense.

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.

A análise da lista de espécies disponível para o Rio Gurupi (acervo CPUFMA) sugere a ocorrência de grupos sem nenhum registro para o Maranhão, tais como *Gymnocorymbus* e *Microglanis*, 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).

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.

Assim, a partir da análise combinada da ocorrência de espécies endêmicas e dos padrões de distribuição descritos, sugere-se que as seguintes áreas possam ser consideradas prioritárias para a conservação de peixes no Estado do Maranhão:

- Áreas das bacias hidrográficas inseridas nos padrões Amazônia maranhense e Oeste maranhense. Maior atenção deve ser dispensada para as áreas de UC's e TI's, bem como para as regiões de nascentes dos rios;
- Trechos médio-alto das bacias dos rios Itapecuru e Parnaíba, principalmente nas áreas de UC's e TI's;
- Bacias dos rios Munim e Maracaçumé em toda sua extensão;
- Áreas de UC's, Quilombolas e Reservas Extrativistas ao longo da região costeira.

Na região continental, tais áreas são justificadas pela ocorrência de espécies de pequeno porte. Estas, teoricamente, são mais sensíveis às mudanças ambientais, possuem baixo valor econômico, mas podem ser exploradas pela aquarofilia, e são importantes para a biodiversidade. Na região costeira, as áreas correspondem àquelas onde se tem registro ou ocorrência potencial de espécies ameaçadas, tais como, *Epinephelus itajara* mero e os elasmobrânquios *Rhinoptera bonasus*, *Sphyrna lewini*, *S. mokarram*, *Isogomphodon oxyrinchus*, *Pristis pectinata* e *P. pristis*.

8.5.2 Áreas relevantes para exploração da pesca

A atividade pesqueira no Estado do Maranhão é basicamente artesanal, com cerca de 92% da produção procedente do litoral costeiro (ALMEIDA *et al.*, 2006). Pesquisas sobre os recursos pesqueiros indicam a existência de uma alta densidade e biomassa íctica na plataforma continental maranhense. Entretanto, pouco se conhece sobre a sustentabilidade dos recursos, não havendo, até o momento, estimativas de rendimento máximo sustentável para a maioria dos recursos pesqueiros do Estado (ALMEIDA, 2008).

A proposição de áreas relevantes para exploração pesqueira no Estado do Maranhão foi realizada a partir da análise combinada dos padrões de distribuição gerados, das informações taxonômicas disponíveis e das informações disponíveis sobre uso dos recursos (p.ex. PIORSKI *et al.*, 2003; NUNES *et al.*, 2011; RIBEIRO *et al.*, 2014; RODRIGUES *et al.*, 2021). Em seguida, a lista de áreas foi construída usando como critérios a existência de pesca tradicional estabelecida, ocorrência de espécies de relevante valor econômico e risco baixo-médio sobre o comprometimento das populações de peixes locais. No entanto, é necessário deixar claro que as áreas propostas para exploração pesqueira somente poderão ser utilizadas para esse fim acompanhadas de políticas públicas eficientes para gestão

e controle da pesca. Assim, as seguintes áreas podem ser consideradas relevantes para exploração pesqueira no Estado do Maranhão:

- Lagos da Baixada Maranhense;
- Lago Açú;
- Trechos médio-baixo das bacias hidrográficas dos rios Pindaré, Mearim, Itapecuru e Parnaíba;
- Trecho baixo do rio Gurupi;
- Litoral costeiro do Estado do Maranhão, excetuando-se as áreas configuradas como UC's.

8.5.3 Ameaças à ictiofauna maranhense

Peixes continentais

Dentre os táxons registrados para as drenagens maranhenses, nenhum faz parte da *Portaria N°445/2014 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. 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.

A introdução de espécies exóticas nos ambientes aquáticos continentais é uma das principais ameaças à diversidade ictiofaunística. Piorski e outros (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* sp), Curimatá (*Prochilodus nigricans*), tilápia (*Oreochromis* spp), tambaqui (*Colossoma macropomum*) e carpa (*Cyprinus carpio*). Destas espécies apenas o tucunaré foi observada com maior frequência no rio Pindaré havendo relatos orais da sua ocorrência no Igarapé Bandeira, dentro da área indígena Tiracambu (PIORSKI *et al.*, 2003). Recentemente, a ocorrência de tucunaré e de tilápia no rio Pindaré foi confirmada por Guimarães e outros (2020).

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

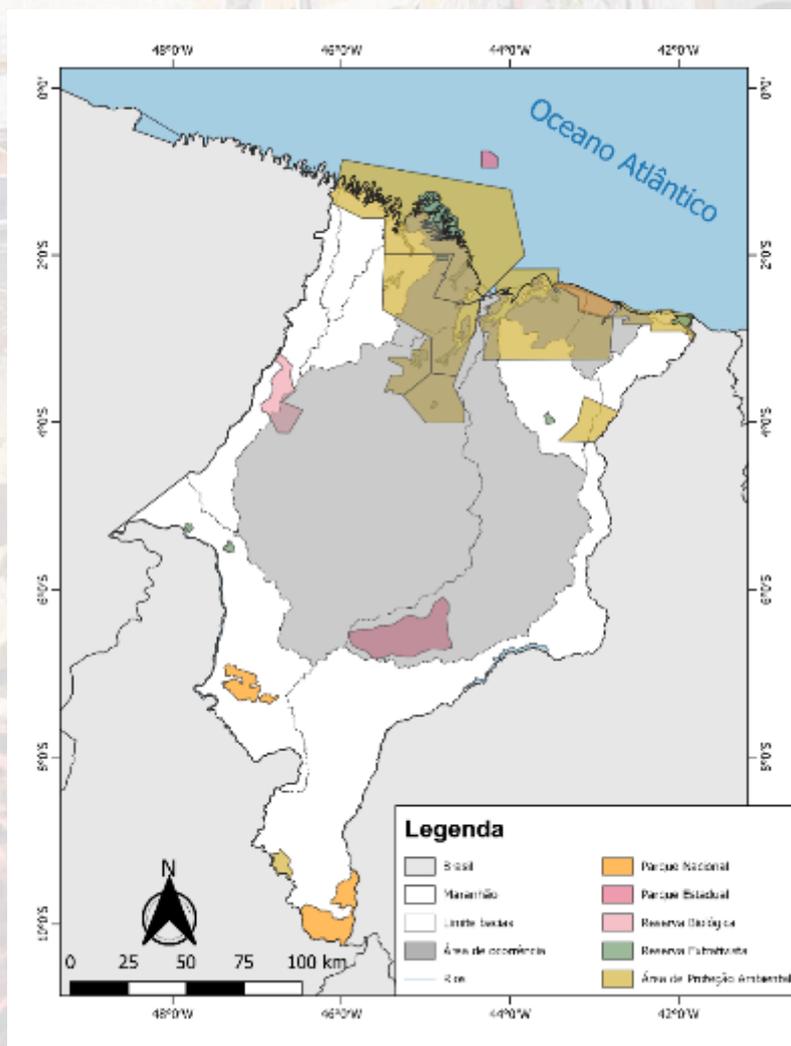
predadora e o seu desenvolvimento pode trazer graves consequências às comunidades de peixes endêmicos (BARBIERI *et al.*, 2000). De acordo com estes autores, dependendo da espécie introduzida, pode haver redução ou extinção local dos estoques nativos, decorrente da alteração de habitat, pressões de competição, predação, nanismo, degradação genética de espécies nativas, disseminação de patógenos e parasitas.

A análise da ocorrência de espécies de peixes exóticas no Estado do Maranhão com base em trabalhos publicados e relatos orais sugere que estas estejam disseminadas pelas bacias hidrográficas do Pindaré-Mearim (incluindo os lagos da Baixada Maranhense), do Itapecuru e pelas bacias costeiras dos rios Peria e Preguiças (Figura 21), além da bacia do rio Parnaíba em quase toda sua extensão.

O avanço do agronegócio com a derrubada indiscriminada da mata ciliar é um fator negativo para a diversidade de peixes de água doce no Estado do Maranhão. 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 (GUIMARÃES *et al.*, 2019).

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 substituição do capim de marreca *Paratheria prostrata* pelo junco *Eleocharis* sp, além da mortandade de um grande número de espécies vegetais semi aquáticas e terrestres, perda de habitats e fuga de espécies animais. Alterações na composição florística da vegetação aquática e da mata ciliar podem, assim, comprometer a dinâmica da ictiofauna. Várias espécies, tais como, *Hoplias malabaricus*, *Hoplerthrinus unitaeniatus* e *Trachelyopterus galeatus* são encontrados frequentemente em áreas de igapó, utilizando-a para alimentação, desova e abrigo.

Figura 21 – Áreas de ocorrência potencial de espécies de peixes exóticas no Estado do Maranhão



Peixes marinho-estuarinos

As características ambientais predominantes no Litoral Amazônico Brasileiro influenciam diretamente a composição da ictiofauna do estado do Maranhão, visto que os peixes utilizam o ambiente de forma diferente a fim de obter recursos indispensáveis ao longo do seu ciclo de vida (e.g. alimento, refúgio, sítio de reprodução) (CARVALHO-NETA, 2004; NUNES *et al.*, 2011a). Apesar de algumas espécies terem a capacidade mudar de ambientes ao longo do seu ciclo de vida, promovendo a conectividade entre estes diferentes ambientes (e.g. entre estuário-recifes, vice-versa), a ictiofauna costeira do estado do Maranhão é caracterizada em sua maioria por espécies marinho-estuarinas (NUNES; NUNES, 2020).

O somatório dos fatores ambientais do Litoral Amazônico Brasileiro com a sua ictiofauna resulta em um importante conjunto ecológico-evolutivo negligenciado, pois ambos são componentes fundamentais na transição entre as províncias biogeográficas do Caribe e do Brasil (ROCHA; BOWEN, 2008). Estudos recentes tratam a região como um importante *hotspot* da diversidade global e com

elevado grau de endemismo de espécies de peixes, além disso consideram que as atuais ameaças têm elevado o seu grau de insubstituibilidade (WOSNICK *et al.*, 2019a).

A última compilação de dados sobre a composição da ictiofauna marinho-estuarina do estado do Maranhão, realizada em 2011, registrou 302 espécies pertencentes à 23 ordens e 95 famílias (NUNES *et al.*, 2011b). Contudo, nos anos seguintes houve novos registros de espécies pertencentes às classes Actinopteri e Elasmobranchii, possivelmente alcançando cerca de 315 espécies. As famílias mais especiosas da ictiofauna marinho-estuarina do estado do Maranhão são Carangidae (~22), Sciaenidae (~21), Carcharhinidae (~12) e Ariidae (~11). Grande parte dessas espécies possuem ampla exploração pesqueira devido ao valor comercial que alcança graças à ótima aceitação pela população local. Contudo, o litoral maranhense ainda é considerado uma grande incógnita quanto à composição da ictiofauna em águas profundas (CARRILLO-BRICEÑO *et al.*, 2018), nos recifes mesofóticos (MOURA *et al.*, 2016; FRANCINI-FILHO *et al.*, 2018) e águas oceânicas.

É esperado que o setor pesqueiro exerça um grande impacto na região, pois a complexidade ambiental do Litoral Amazônico Brasileiro sustenta uma elevada biomassa de peixes é a mesma que atrai a exploração dos seus recursos (MARCENIUK *et al.*, 2013). Apesar da pesca na região ser dominada pela frota artesanal, a pescaria praticada pela frota industrial é bastante impactante, principalmente aquelas que usam redes de arrasto de fundo. O número de embarcações e artes de pesca que exploram os recursos pesqueiros na modalidade artesanal têm grande impacto aos estoques e/ou populações de várias espécies de peixes, mesmo aquelas pescarias onde os peixes não são as espécies alvo (OLIVER *et al.*, 2015) e gerando níveis insustentáveis para várias espécies (RODRIGUES-FILHO *et al.*, 2020).

Outro fator agravante sobre a ictiofauna do Litoral Amazônico Brasileiro tem sido a falta da implementação de métodos de avaliação eficientes para conservação e para os recursos pesqueiros da região, pois os dados de estatística pesqueira quando estão disponíveis são genéricos e não fornecem informações detalhadas sobre os estoques e/ou populações (ALMEIDA *et al.*, 2011; MARCENIUK *et al.*, 2019). Consoante a este problema, os planos de manejo quando são elaborados já apresentam grande defasagem e deixando de cumprir com a sua finalidade de conservação (WOSNICK *et al.*, 2019b). Assim, muitas espécies endêmicas e/ou com algum tipo de ameaça continuam sendo capturadas e desembarcadas descaracterizadas a fim de dificultar a identificação e aplicação de medidas punitivas previstas pelas legislações (FEITOSA *et al.*, 2018; MARTINS *et al.*, 2018; MARCENIUK *et al.*, 2019; RODRIGUES-FILHO *et al.*, 2020; DUAILIBE *et al.*, 2021).

Por outro lado, os riscos ambientais são iminentes e proporcionais aos serviços ecossistêmicos encontrados nos ambientes (CHAN; RUCKELSHAUS, 2010; VILLASANTE *et al.*, 2016), principalmente aqueles presentes na região costeira do estado do Maranhão. Dentre os principais tipos de ameaça à

ictiofauna é a descaracterização de habitat, normalmente fomentada pelo crescimento urbano que polui, contamina e transforma a paisagem (SILVA *et al.*, 2009; TRINDADE *et al.*, 2011). Outras fontes de impacto sobre a ictiofauna também podem ser encontradas no estado do Maranhão, tais como mineração (ANDRADES *et al.*, 2020a), extração de calcáreo, atividades sísmicas, prospecção de combustíveis fósseis (de OLIVEIRA *et al.*, 2020) sobrepesca (MARTINS *et al.*, 2018) e bioinvasão (LASSO *et al.*, 2011; MENDES *et al.*, 2017).

A expansão imobiliária acompanha o crescimento populacional, suprime os manguezais e colocam em risco não apenas a ictiofauna, mas todos os organismos deste ambiente (OTTONI *et al.*, 2021). Após a transformação da paisagem o ambiente deixa de oferecer a mesma quantidade de recursos que outrora, assim, reduzindo drasticamente sua diversidade biológica (WHITE *et al.*, 1996). No entanto, ocorre o aumento na produção de resíduos sólidos (*e.g.* plástico, microplástico) e líquidos (*e.g.* língua negra, despejo de esgoto sem tratamento) que também impactam o ambiente, promovendo o suprimento de compostos químicos e/ou macroscópicos que influenciam nas trocas energéticas e de matéria (BRAUKO *et al.*, 2020).

Os últimos anos tem sido marcado por estudos em ecotoxicologia no Maranhão, onde revelaram inúmeros tipos de impactos à ictiofauna. Por exemplo, foi verificada a contaminação de tubarões costeiros por elevadas concentrações de metais em diferentes tipos de tecido, os níveis de concentrações variaram entre o tamanho, sexos e estágio de vida (WOSNICK *et al.*, 2021). Baseado nestes dados, fica flagrante a amplitude das áreas contaminadas, visto que coincide com as áreas usadas pelas espécies de tubarões estudadas. As raias costeiras também sido alvo dos efeitos dos resíduos sólidos, recentemente vários tipos de microplásticos foram registrados no conteúdo estomacal da raia-bicuda *Hypanus guttatus*, dentre os polímeros encontrados estavam presentes Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS), Poliamida (PA), Polietileno (PE), Polietileno Tereftalato (PET), Polipropileno (PP) e Borracha de Butadieno Estireno (SBR) (Pegado *et al.*, 2021).

Estudos desta natureza também tem sido realizado entre os Actinopteri costeiros do Maranhão, principalmente em espécies que são amplamente consumidas pela população. A pescada amarela *Cynoscion acoupa* (Lacépede, 1802), uma das espécies mais consumidas no Maranhão, apresentou elevadas concentrações de mercúrio que ultrapassaram o valor estabelecido pela Agência de Vigilância Sanitária (OLIVEIRA, 2018). Outros estudos também revelam vários como efeito deletérios aos peixes por meio os vários tipos lesões causados pelos ambientes contaminados, como a tilápia *Oreochromis niloticus* (PESTANA *et al.*, 2014), o robalo *Centropomus undecimalis* (CANTANHEDE *et al.*, 2016) e o bagre guribu *Sciades herzbergii* (da SILVA *et al.*, 2019).

A mortandade de peixes na Raposa e na Lagoa da Jansen podem ser classificados como dois eventos anuais distintos em função de impactos constantes. Apesar disso, ainda não existem estudos

científicos que se aprofundem nestes problemas recorrentes. A mortandade de peixes na Raposa consiste na morte em massa da sardinha verdadeira *Centrengaulis edentulus*, que durante a sua migração encontra muitas redes de zangaria como obstáculos e ao tentarem outros caminhos se dirigem aos canais mais rasos, estreitos, assoreados e poluídos. Desta forma, os milhares de indivíduos se amontoam em espaços reduzidos e sucumbem pelo estresse causado pelo aumento de temperatura e apóxia. Enquanto isso, na Lagoa da Jansen a mortandade ocorre em várias espécies devido à descarga de esgoto sem tratamento, que ao longo do tempo precipita grande parte da matéria orgânica no fundo da lagoa e ressurgem no período de ventos mais intensos. Assim, há um tipo de ressurgência da matéria orgânica depositada do fundo para superfície, que reage com o oxigênio dissolvido na água, gera apóxia e culmina com morte dos peixes.

Dentre as ameaças de escala global emergentes, a bioinvasão recebeu atenção mundial notória a partir dos anos 90 por meio de ações gerenciadoras da água de lastro coordenado pela Organização Marítima Internacional. Pois, a intensidade do tráfego marítimo transoceânico tem auxiliado na disseminação várias espécies pelo mundo, resultando na introdução de espécies invasoras. Assim, os termos como bioinvasão ou invasão biológica têm sido utilizados para designar o ato ou efeito de um ou mais organismos se estabelecem em ambientes além da sua distribuição geográfica natural (PEREIRA; SOARES-GOMES, 2009).

No estado do Maranhão é possível considerar o estabelecimento de várias espécies não nativas nos ambientes costeiros, tais como o camarão tigre asiático *Penaeus monodon*; o caranguejo bidu *Charybdis hellerii*; as espécies de craca *Amphibalanus reticulatus* e *Striatobalanus amaryllis*; e duas espécies de peixes *Butis koilomatodon* e *Omobranchus punctatus* (FERES *et al.*, 2007; SANTOS; COELHO, 2007; LASSO-ALCALÁ *et al.*, 2011; SILVA *et al.*, 2016; MENDES *et al.*, 2017). Contudo, as informações disponíveis sobre as espécies invasoras no estado do Maranhão apenas remetem aos seus registros e não exploram a ecologia da interação com a comunidade e/ou com ambiente. Dados não publicados mostram o domínio das poças de maré pela espécie *O. punctatus*, também apontam a redução da diversidade local devido à competição com espécies nativas.

As avaliações de risco desenvolvida pela International Union for Conservation of Nature -IUCN (União Internacional para a Conservação da Natureza) são utilizadas em vários países como estratégia de conservação em diferentes escalas geográficas. Essa avaliação auxilia a construção da lista de vermelha de espécies ameaçadas que podem direcionar as políticas ambientais, pois categoriza as espécies em status de conservação para definir o nível de risco de extinção, baseadas em seus critérios específicos que dependem de informações básicas como: A- Redução da população (passada, presente e/ou projetada); B - Distribuição geográfica restrita e apresentando fragmentação, declínio ou flutuações;

C - População pequena e com fragmentação, declínio ou flutuações; D - População muito pequena ou distribuição muito restrita; E - Análise quantitativa de risco de extinção.

Algumas espécies de peixes que compõem a ictiofauna marinha-estuarina do estado do Maranhão estão classificadas em categorias de risco de acordo com a lista vermelha nacional das espécies ameaçadas coordenado pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). O mero *Epinephelus itajara* é uma espécie ameaçada atualmente classificada como Criticamente em Perigo (CR) na lista nacional devido a sua grande vulnerabilidade pela exploração pesqueira, bem como fatores da sua biologia que limitam a sua recuperação (DUAILIBE *et al.*, 2021). Os mesmos autores apontam a pesca ilegal do mero no Estado e destacam vários pontos de desembarque no litoral.

Considerando violações das legislações que protegem as espécies ameaçadas, estudos realizados recentemente denunciaram o comércio ilegal de Elasmobrânquios no Litoral Amazônico Brasileiro por meio de identificação molecular (FEITOSA *et al.*, 2019; RODRIGUES-FILHO *et al.*, 2020) e descreveu a sua cadeia produtiva (MARTINS *et al.*, 2019). Algumas dessas espécies parecem apresentar declínio populacional, como é caso das espécies categorizadas como Em Perigo (*Rhinoptera bonasus*, *Sphyrna lewini* e *S. mokarram*) e Criticamente em Perigo (*Isogomphodon oxyrinchus*, *Pristis pectinata* e *P. pristis*).

Isogomphodon oxyrinchus é uma espécie de tubarão endêmica do norte da América do Sul, que apresentou uma vertiginosa redução populacional nas últimas décadas (LESSA *et al.*, 2016). A maioria dos seus estudos realizados em águas brasileiras, abordam a avaliação de status de conservação (POLLON *et al.*, 2020), biologia (LESSA *et al.*, 1999; ALMEIDA *et al.*, 2011), dinâmica populacional (LESSA *et al.*, 2000; POLLON *et al.*, 2020) e genética da conservação (RODRIGUES-FILHO *et al.*, 2009; NACHTIGALL *et al.*, 2017). As duas espécies de Pristidae estão entre as espécies mais ameaçadas de extinção do planeta. Embora a região amazônica seja considerada um local de populações remanescentes (WOSNICK *et al.*, 2019b), estas espécies têm sido comumente encontradas nos desembarques e mercados (FEITOSA *et al.*, 2017; RODRIGUES-FILHO *et al.*, 2020).

O espadarte *Pristis pristis* também tem demonstrado características de declínio populacional em todo o planeta (ALMEIDA *et al.*, 2011; REIS-FILHO *et al.*, 2016). Além disso, nos últimos 30 anos foram registrados apenas 12 espécimes de *P. pristis* para todo o estado do Maranhão (FEITOSA *et al.*, 2017), trazendo preocupação para sobre a outra espécie de espadarte que era registrada no Maranhão.

Algumas espécies que eram abundantes há alguns anos parecem ter acompanhado a tendência mundial, pois atualmente demonstram claros sinais de declínio populacional. As espécies *Carcharhinus porosus* e *Rhizopriondon porosus* que lideravam as listas de abundância nos anos 80 e 90 no estado do Maranhão, hoje mostram que a pressão da pesca está comprometendo suas populações (WOSNICK *et*

al., 2019a) devido a maioria das artes de pesca utilizadas na região capturarem tubarões (NUNES *et al.*, 2019).

Além disso, estudos recentes tem se preocupado em compreender como os efeitos da pesca estão influenciando as populações de *C. porosus*, ainda mais por que o Litoral Amazônico Brasileiro tem sido considerado fundamental para todas as fases do seu ciclo de vida (FEITOSA *et al.*, 2020 a,b). A última avaliação de risco da IUCN a classificou como Criticamente em Perigo (POLLOM *et al.*, 2020)

Nos últimos dois anos de acompanhamento nos desembarques de Elasmobrânquios no estado do Maranhão a espécie *Ginglymostoma cirratum* esteve presente em frequências muito elevadas nas capturas ao longo de todo o ano, sempre provenientes da pescaria de espinhel. No entanto, apesar de *G. cirratum* estar categorizada como espécie Vulnerável no Brasil e atualmente apresentar frequências extremante baixas em vários estados, a região amazônica parece ser um importante refúgio para populações remanescentes (MARTINS *et al.*, 2018; WOSNICK *et al.*, 2019a). *Hypanus guttatus* é outra espécie muito frequente ao longo do ano nos desembarques, correspondendo em um recurso pesqueiro muito explorado na região e recentemente a sua venda tem sido comum em vários supermercados. Historicamente é a espécie mais capturada na região e com nos estudos a sua abundância sempre é maior que outras raia, apesar de ser categorizada como Pouco Preocupante é possível que suas populações estejam discretamente em declínio e realmente necessitando de estudos direcionados (WOSNICK *et al.*, 2019a).

9 ABELHAS EUGLOSSINI⁵

9.1 Diversidade de espécies de Euglossini (apoidea, apidae) no bioma cerrado do estado do Maranhão

Com referência às abelhas Euglossini os dados obtidos até o momento testemunham a existência de uma fauna rica e bastante heterogênea no Estado do Maranhão, representada por, pelo menos, 51 espécies distribuídas nos seguintes gêneros: *Aglae* (1 espécie), *Eufriesea* (13), *Euglossa* (29), *Eulaema* (6) e *Exaerete* (2) – Figura 22.

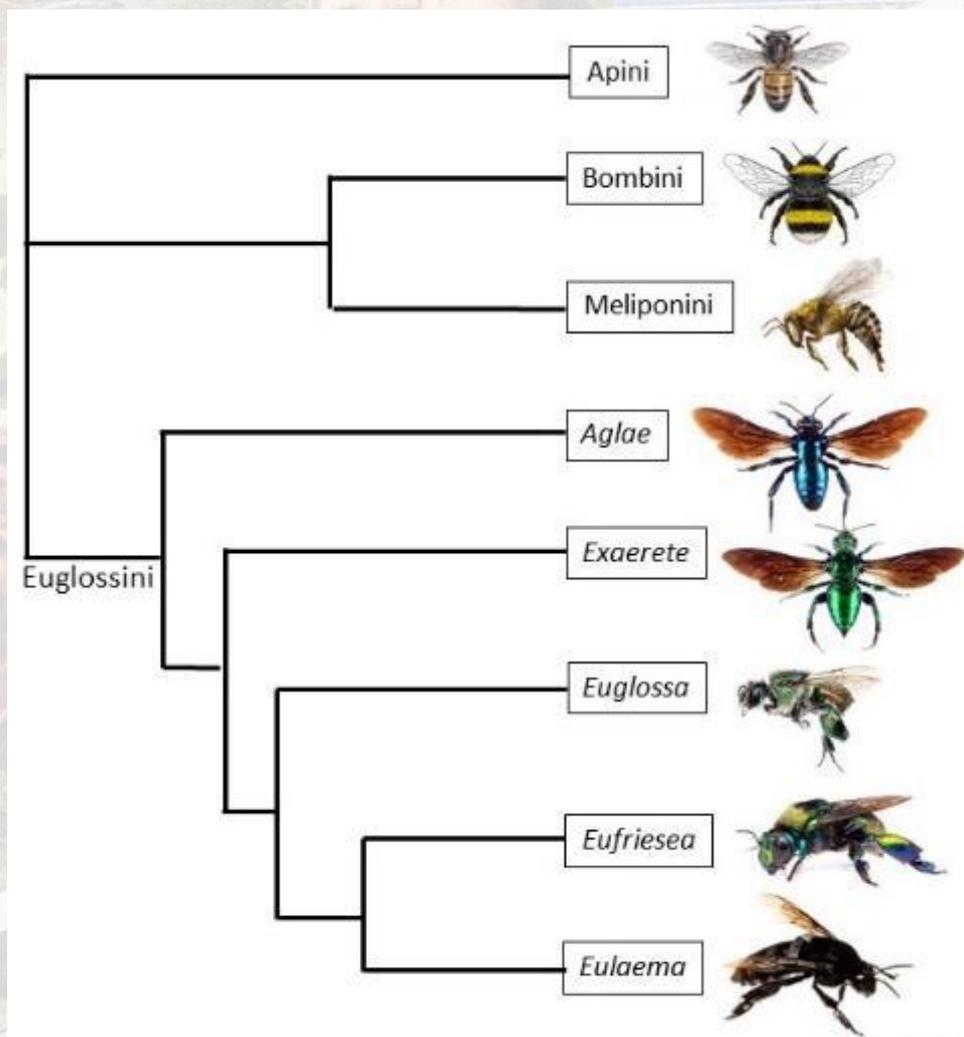
No território maranhense, muitos grupos de insetos apresentam maior diversidade nas áreas amazônicas e as abelhas Euglossini não são exceção desse padrão, pois 80% das espécies (45) ocorrem nas áreas de florestas ombrófilas de Buriticupu, Itinga, Godofredo Viana, Cândido Mendes, Cururupu e Carutapera. Nessas áreas predominam as abelhas de médio e grande porte, distribuídas a oeste do rio Mearim e não ultrapassam os limites do clima quente e úmido e das florestas que caracterizam essa região. Entre as espécies essencialmente amazônicas ou que ocorrem em região de semelhante clima e vegetação estão as *Euglossa* (*Eg. piliventris*, *Eg. intersecta*, *Eg. imperialis*); as *Eufriesea* (*Ef. elegans*, *Ef. fallax*, *Ef. macroglossa* e *Ef. superba*) e *Eulaema mocsaryi*. Essas abelhas tendem a nidificar e forragear dentro da floresta, motivos pelos quais são raramente vistas em áreas submetidas à forte ação antrópica.

Apesar da maior diversidade das abelhas Euglossini nas áreas quentes e úmidas amazônicas, o bioma cerrado também abriga uma grande diversidade faunística, constituindo um dos ambientes mais ricos (e ameaçados) do Brasil em termos de diversidade e endemismo de espécies (MYERS *et al.*, 2000). No bioma Cerrado do Maranhão a fauna dessas abelhas é ainda pouco conhecida. Muito precisa ser feito. Espera-se que com o avanço das pesquisas e do esforço amostral, em diferentes épocas e maior variedade de ambientes, se tenha possibilidade de encontrar mais espécies (incluindo as raras). Desse modo, teremos estimativas melhores da riqueza de espécies. Especificamente para as abelhas Euglossini, estudos em nível de comunidade podem ser facilitados usando uma grande quantidade de iscas aromáticas como iscas para atrair machos. Esta metodologia tem sido eficiente em diversos levantamentos entomológicos e estudos ecológicos em diferentes ecossistemas, inclusive em áreas de Cerrado.

⁵ Texto elaborado por José Manuel Macário Rebêlo e Denilson Costa Martins.

Neste estudo foram feitos inquéritos entomológicos da fauna de Euglossini no Cerrado Maranhense, avaliando a variação na riqueza, composição e abundância de espécies entre os distintos municípios e fitofisionomia dentro do bioma Cerrado.

Figura 22 – Cladograma mostrando as relações entre os gêneros de Euglossini (Oliveira, 2005) e o grupo externo



Fonte: Elaboração própria.

9.2 Riqueza e abundância das espécies

No bioma Cerrado foram encontradas 41 espécies distribuídas nos gêneros *Euglossa* (23), *Eufriesea* (10), *Eulaema* (5), *Exaerete* (2) e *Aglae* (1) – Gráfico 6. No total foram capturados 4.895 indivíduos e o gênero mais abundante foi *Euglossa* (55,2%), seguido por *Eulaema* (37,8%), *Eufriesea* (5,5%), *Exaerete* (1,1%) e *Aglae* (0,4%) – Gráfico 7. As espécies dominantes foram *Eg. cordata* (31,1%), *El. nigrita* (22%), *El. cingulata* (9,9%), *El. securigera* (6,9%), *Eg. fimbriata* (5,7%), *Eg. melanotricha*

(4,8%), *Ef. ornata* (4,6%), *El. bombiformis* (4,4%) e *Eg. modestior* (3,5%), que juntos representaram 92,9% da amostra total. As demais espécies contribuíram com apenas 7,1% (Gráfico 8).

Lista das Espécies

Gênero *Aglae* Lepeletier & Serville, 1825

01. *Aglae caerulea*

Gênero *Eufriesea* Cockerell, 1908

02. *Eufriesea auriceps*

03. *Eufriesea concava*

04. *Eufriesea laniventris*

05. *Eufriesea surinamensis*

06. *Eufriesea nigrescens*

07. *Eufriesea mussitans*

08. *Eufriesea nordestina*

09. *Eufriesea ornata*

10. *Eufriesea pulchra*

11. *Eufriesea vidua*

Gênero *Euglossa* Latreille, 1802

12. *Euglossa amazonica*

13. *Euglossa augaspis*

14. *Euglossa avicula*

15. *Euglossa bidentata*

16. *Euglossa chalybeata*

17. *Euglossa cordata*

18. *Euglossa deceptrix*

19. *Euglossa decorata*

20. *Euglossa despecta*

21. *Euglossa fimbriata*

22. *Euglossa gaianii*

23. *Euglossa hemichlora*

24. *Euglossa ignita*

25. *Euglossa liopoda*

26. *Euglossa melanotricha*

27. *Euglossa modestior*

28. *Euglossa platymera*

29. *Euglossa pleosticta*

30. *Euglossa securigera*

31. *Euglossa stilbonota*

32. *Euglossa townsendi*

33. *Euglossa truncata*

34. *Euglossa viridis*

Subgênero *Eulaema* Lepeletier, 1841

35. *Eulaema bombiformis*

36. *Eulaema cingulata*

37. *Eulaema meriana*

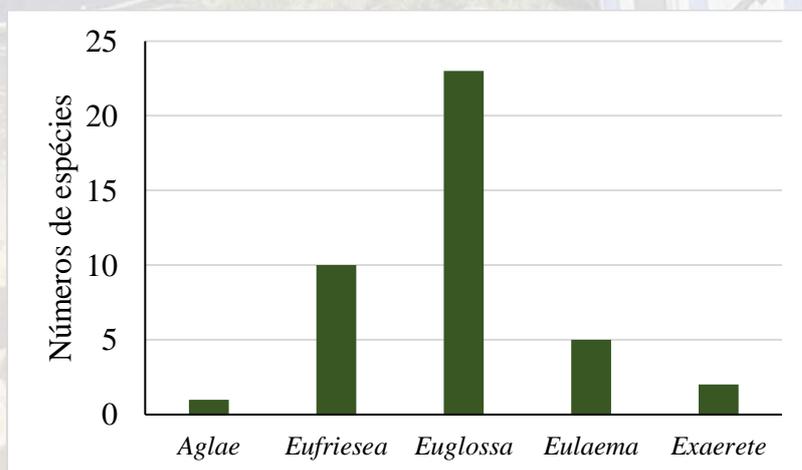
38. *Eulaema nigrita*

39. *Eulaema pseudocingulata*

Subgênero *Exaerete* (Hoffmannsegg, 1817)

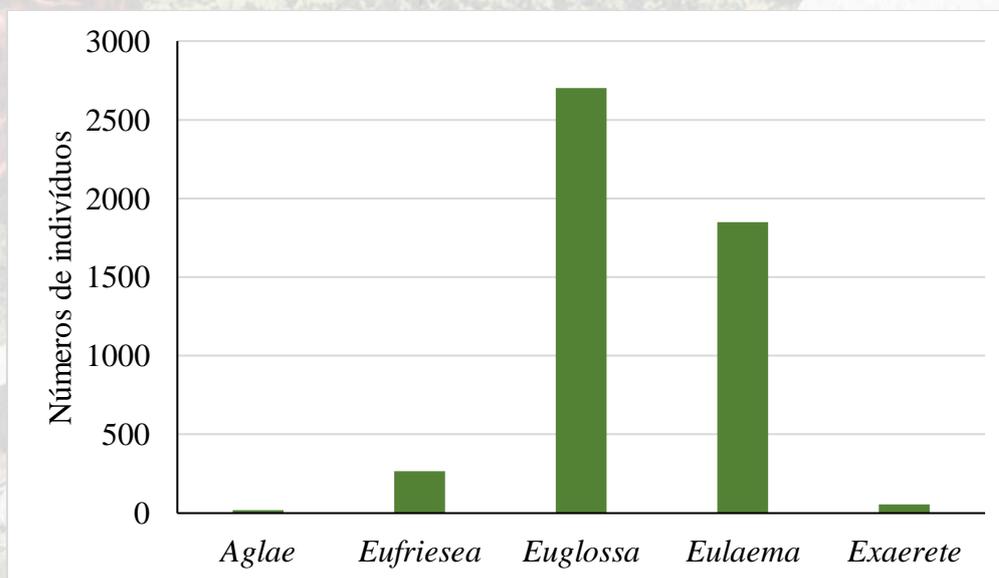
40. *Exaerete frontalis*
41. *Exaerete smaragdina*

Gráfico 6 – Números de espécies de abelhas Euglossini, de acordo com os gêneros, encontradas no bioma Cerrado, no estado do Maranhão, Brasil



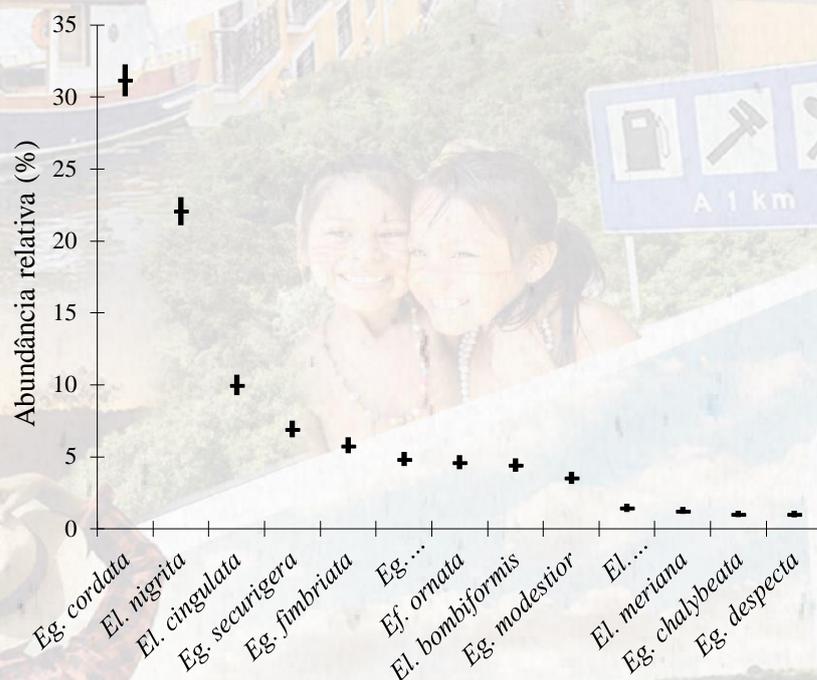
Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 7 – Números de exemplares de abelhas Euglossini, de acordo com os gêneros, coletados no bioma Cerrado, no estado do Maranhão, Brasil



Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 8 – Espécies dominantes de abelhas Euglossini coletadas no bioma Cerrado, no estado do Maranhão, Brasil

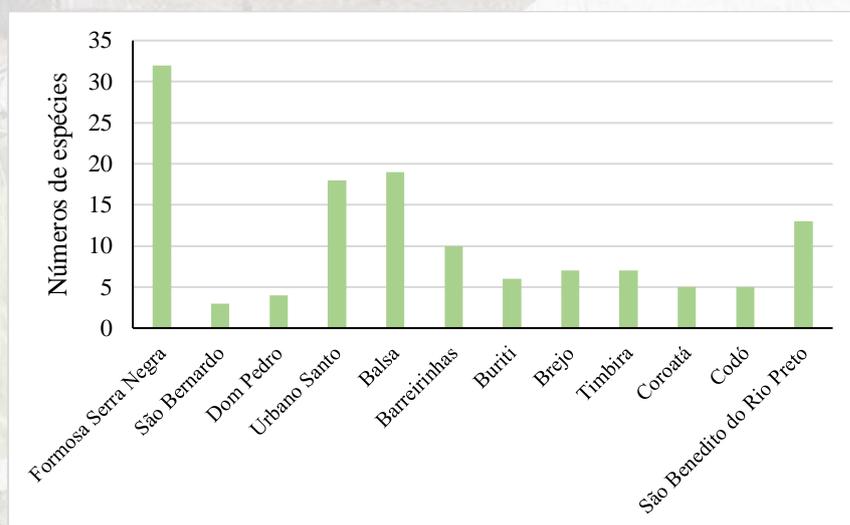


Fonte: Elaboração própria.

9.3 Distribuição das espécies por municípios

O maior número de espécie foi encontrado no município de Formosa da Serra Negra (32 espécies), seguido por Balsas (19), Urbano Santos (18) e São Benedito do Rio Preto (13). Nos demais municípios foram encontradas menos de 10 espécies (Gráfico 9).

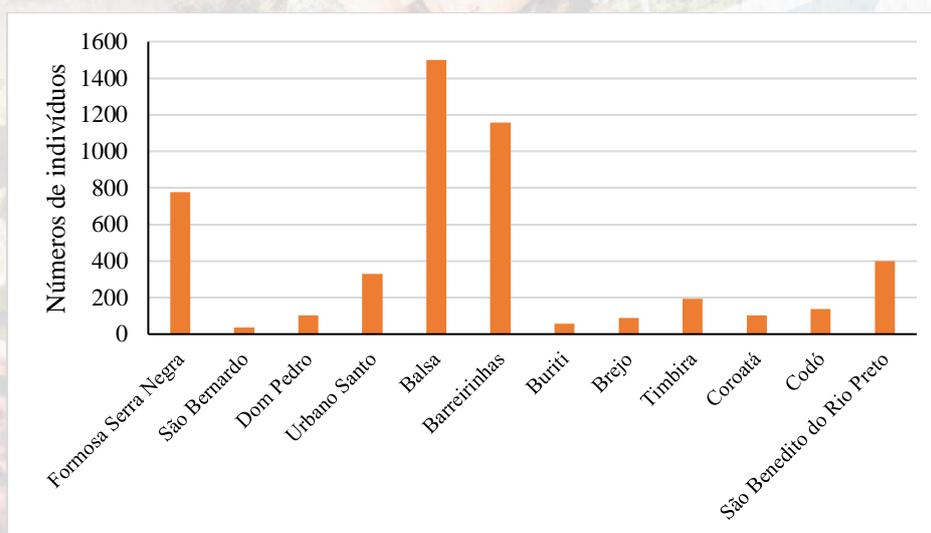
Gráfico 9 – Números de espécies de abelhas Euglossini encontrados no bioma Cerrado, de acordo com os municípios do estado do Maranhão, Brasil



Fonte: Elaboração própria.

Quanto a abundância de indivíduos, foi maior no município de Balsas (30,7%), seguido por Barreirinhas (23,7%), Formosa da Serra Negra (15,9%), São Benedito do Rio Preto (8,2%) e Urbano Santos (6,7%), que juntos representaram 85,2% da amostra total. Os demais municípios juntos contribuíram com apenas 14,8% da amostra total (Gráfico 10).

Gráfico 10 – Números de exemplares de abelhas Euglossini coletados no bioma Cerrado, de acordo com os municípios do estado do Maranhão, Brasil



Fonte: Elaboração própria.

A diversidade de espécies de abelhas Euglossini no cerrado do Maranhão foi bastante expressiva, sendo quase equivalente àquela encontrada no bioma Amazônia do Estado (REBÊLO, 2001). Uma explicação convincente para esta grande diversidade é a existência de uma variedade de ecossistemas florestais que ocorrem nesse bioma: mata de cocal, floresta estacional semidecidual, mata de galeria e mata de restinga. Essas vegetações florestais formam ampla zona de contato com o cerradão e outras variações do cerrado, além de manchas de caatinga (IBGE, 1984). Este mosaico vegetacional decorre da confluência no estado do Maranhão, do Cerrado do Planalto Central, Caatingas do Nordeste e Floresta Amazônica, que influencia fortemente a fauna de Euglossini (REBÊLO; SILVA, 1999).

A maioria das espécies apresentou ampla área de ocorrência dentro do bioma Cerrado, devido à alta capacidade de voo, sendo capazes de cobrir amplas áreas, sobretudo, onde as florestas são contínuas (JANZEN, 1971). Mesmo sendo encontradas em ambientes propriamente de cerrado *sensu stricto*, os indivíduos podem visitar ecossistemas vizinhos em busca de recursos florais. Mas as espécies do gênero *Eufriesea* foram mais frequentes ou só ocorreram nas matas de galeria. Por isso, a sua riqueza e frequência foram maiores nos municípios de Formosa da Serra Negra, Balsas e Urbano Santos, onde as matas estavam mais conservadas, por pertencerem as áreas protegidas. Tanto que *Ag. caerulea*,

considerada estritamente amazônica (ver MARTINS *et al.*, 2016), também foi encontrada na mata de galeria de Formosa da Serra Negra (MARTINS *et al.*, 2016).

Alguns estudos indicam que a fauna de abelhas Euglossini do Cerrado formam um subconjunto de espécies características de áreas florestais úmidas, sem espécies endêmicas (FARIA; SILVEIRA, 2011). Nossos dados corroboram essa afirmação, uma vez que a maioria das espécies capturadas na mata de galeria também são comuns na Amazônia, incluindo *Ag. caerulea* (MARTINS *et al.*, 2016), *Ef. ornata*, *Eg. hemichlora*, *Eg. modestior*, *Eg. avicula* (REBÊLO; SILVA, 1999) e *Eg. gaianii* (CARVALHO *et al.*, 2006). Portanto, é provável que as matas de galeria do Cerrado Maranhense constituam importantes rotas de dispersão de espécies amazônicas, e potencialmente atuem como refúgios para esses organismos escaparem das altas temperaturas e das condições extremas do ecossistema propriamente de cerrado. Chama-se a atenção para o novo registro de *Ef. vidua* e *Eg. platymera* no domínio de cerrado, ainda que em mata de galeria, pois são consideradas também espécies essencialmente florestais (DRESSLER, 1982; MOURE *et al.*, 2012).

O Cerrado é considerado um corredor seco que se estende entre as duas principais regiões de floresta tropical chuvosa da América do Sul, a floresta amazônica, no norte, e a floresta atlântica, no leste e sudeste. No Brasil, o cerrado é o segundo maior domínio e conecta essas duas regiões separadas por uma rede de tipos de vegetação, incluindo florestas de galeria. Os achados desse estudo reforçam a hipótese de que as disjunções entre a Amazônia e a Mata Atlântica estão interligadas por faixas de matas ciliares entre as duas regiões de floresta tropical. Portanto, é possível que tal rede de interconexão possa contribuir para sustentar uma alta diversidade de abelhas Euglossini no domínio do Cerrado.

Além disso, a ocorrência de mata estacional semidecidual também garante alta diversidade de abelhas Euglossini no domínio do Cerrado, conforme observado por Silveira e outros (2015) nos cerrados de Minas Gerais.

Estudos sistematizados realizados por nosso grupo de pesquisa mostram que a análise da suficiência amostral revela uma forte tendência de estabilidade para as espécies no Cerrado *sensu stricto*. Porém, para a mata de galeria, é necessário um maior esforço amostral para estabilizar a curva. Uma possível causa para isso é a falta de afinidade das espécies raras desse ambiente pelos tipos de iscas utilizadas (REBÊLO; GARÓFALO, 1997), e a ineficiência dos protocolos de amostragem adotados por pesquisadores em estudos de comunidades de Euglossini no Cerrado. Mas também pode ser devido à disponibilidade de recursos naturais (ARMBRUSTER, 1993), como, por exemplo, locais apropriados para nidificação.

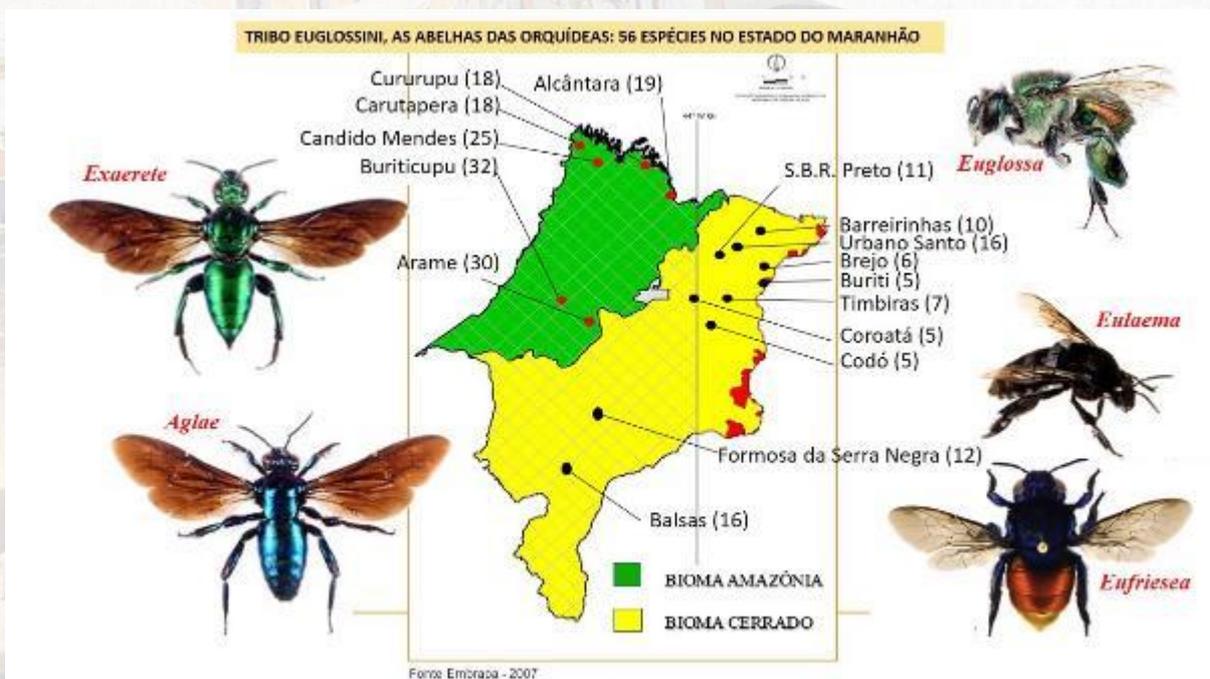
Chama-se a atenção para a ocorrência de *Ex. smaragdina*, uma espécie cleptoparasita de *Eulaema* (MARTINS *et al.*, 2016), ambas são de porte grande e comuns nas áreas abertas, portanto, ocorrem no cerrado *sensu stricto*. No entanto, *Ex. frontalis* e *Ag. caerulea* que também são

cleptoparasitas de *Eulaema*, são mais restritas às áreas florestais. Nesse caso podem ser encontradas nas matas de galeria, mas não no cerrado *sensu stricto*. Embora as interações entre os hospedeiros e cleptoparasitas dentro da tribo Euglossini não sejam bem compreendidas (SILVA *et al.*, 2015), a ocorrência de *Ag. caerulea* que ocupa um nicho que está mais associado aos remanescentes florestais, é garantida pela versatilidade de *El. nigrita* que ocorre em ambientes florestais e áreas abertas.

A riqueza da fauna de abelhas Euglossini foi considerada elevada dentro do cerrado, devido sobretudo, à diversidade de ecossistemas florestais que entremeiam a apresentam ampla zona de contato com as formações propriamente de cerrado, como o cerradão e o cerrado *sensu stricto*. Dentro desse contexto, recomenda-se que estudos sistematizados e duradouros devam ser feitos em diferentes áreas desse bioma, como tentativa de detectar as espécies raras e especialistas e, dessa forma, aumentar o conhecido da diversidade desse importante grupo de insetos polinizadores.

Em síntese, as abelhas Euglossini são relativamente bem conhecidas no Estado do Maranhão, com registros de ocorrência em muitas unidades municipais, desde o município de Formosa da Serra Negra, no sul do estado, até o município de Barreirinhas, ao norte, e do município de Itinga, no extremo oeste ao município de Codó, ao leste (Figura 23). Dentro dessa grande área, essas abelhas estão presentes em muitos ecossistemas, devido a formação de vastas zonas de contato entre as diversas fisionomias vegetais que se estendem no território maranhense, aliados aos fatores topográficos, edáficos e hidrográficos que também contribuem para esta complexidade. Dessa forma, a fauna de Euglossini encontrada no Maranhão constitui uma complexa mistura entre grupos que, de certa forma, reflete as condições de transição vegetal do estado, entre o clima superúmido amazônico e o clima semi-árido nordestino.

Figura 23 – Pontos de ocorrência de abelhas Euglossini no Maranhão



Fonte: Elaboração própria.

10 MACROAVALIAÇÃO DAS AMEAÇAS À FAUNA MARANHENSE

Dentre as maiores ameaças à fauna Maranhense estão a perda, a fragmentação e degradação dos habitats. Em maior ou menor escala, esta perda está associada à limpeza das áreas para formação de pastos 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. A existência, a presença e a ocorrência das espécies estão condicionadas à preservação dos seus ambientes naturais.

Os grandes gaviões, assim como uma parcela das espécies frugívoras, como *Ramphastos tucanus*, *Ramphastos vitellinus*, *Cotinga cotinga*, *Cotinga cayana*, *Xipholena lamellipennis*, *Iodopleura isabellae*, *Haematoderus militaris*, e *Aburria kujubi* tendem a ser sensíveis à fragmentação do habitat (LIMA *et al.*, 2014). Os gaviões *Harpia harpyja*, *Morphnus guianensis* e *Spizaetus ornatus*, 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 uma das primeiras aves a desaparecer com o aumento do desmatamento, 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).

Também 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 24), 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 essas espécies são consideradas tanto em nível nacional (MMA, 2016) quanto mundial (IUCN), como Criticamente em Perigo (CR).

De fato 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. Isto acontece mesmo em áreas protegidas, conforme detectado tanto nas reservas do complexo do Gurupi na Amazônia, quanto no cerrado do Parque Estadual do Mirador. Esta atividade é uma das principais causadoras de declínios populacionais de porcos-do-mato (*Tayassu/Pecari spp.*), veados (*Mazama spp.*), pacas (*Cuniculus paca*), tatus (*Dasyopus 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, por exemplo, já está extremamente empobrecida, quanto à presença de espécies de mamíferos de médio e grande porte, já perdida uma grande parcela destas espécies em razão de caça. Também já foi responsável também pela extinção local de várias espécies de mamíferos no Parque Estadual do Mirador, tais como anta, porcão, suçuapara e tatu-canastra.

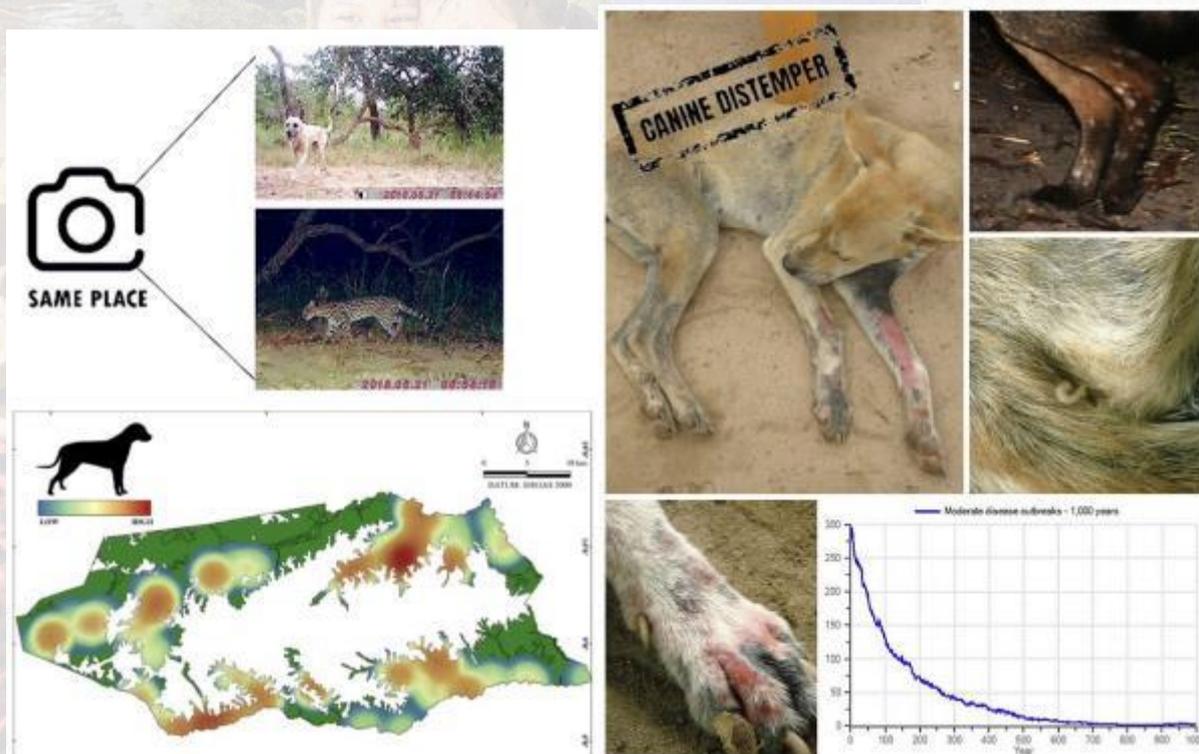
Figura 24 – O jacamim-da-costa-preta (esquerda) e o mutum-pinima (direita) são espécies criticamente ameaçadas de extinção, fotografadas no seu mais importante reduto, a região do Gurupi



Fonte: Carlos Martinez (2017); Emanuel Barreto (2017).

A presença de animais domésticos é um outro fator antropogênico negativo, para a conservação da fauna silvestre, devido à possibilidade de transmissão de doenças às populações naturais (Figura 25). Doenças virais como cinomose, parvovirose, imunodeficiência felina e aftosa, transmitidas por cães, gatos e gado, são fatais às populações de carnívoros e ungulados (FUNK *et al.*, 2001; CLEVELAND *et al.*, 2006). Esta seria uma espécie de ameaça invisível que pode ter consequências devastadoras (Figura 26). Doenças transmitidas por cães domésticos foram apontadas como a maior ameaça à viabilidade da população mais importante de *Leopardus tigrinus* em área protegida em todo o planeta, que é localizada do Parque Estadual do Mirador. Nesta área, mesmo com incidência apenas moderada, a ocorrência de doenças levaria à extinção essa população que, de outra forma, teria viabilidade de sobrevivência a longo prazo (1.000 anos) (DE OLIVEIRA *et al.*, 2020). Um problema adicional digno de nota é também a questão das queimadas excessivas, um problema muito recorrente especialmente na porção de Cerrado do estado e com altíssima incidência nos anos 2020 (ver item Queimadas para maiores detalhes). Em muitas áreas, uma combinação de vários destes fatores de ameaça incide simultaneamente.

Figura 25 – A ameaça invisível da transmissão de doenças por animais domésticos nas áreas naturais e Unidades de Conservação: cães são fotografados nas mesmas câmeras que os felinos silvestres podem potencialmente impactar > 60% do hábitat utilizado pelo felino silvestre podem potencialmente impactar >60% do hábitat utilizado pelo felino silvestre ameaçado. Várias doenças, como a cinomose, são muito incidentes (>80%) nas populações de cães dentro dos limites do Parque Estadual do Mirador, algumas como calazar, também com potencial impacto nas populações humanas



Fonte: Programa de Conservação Gatos do Mato – Brasil.

Figura 26 – O raro e ameaçado cachorro-do-mato (*Speothos venaticus*), registrado na Reserva Biológica do Gurupi (foto à direita), apresenta total perda de pelos, ocasionada provavelmente por sarna. À esquerda indivíduo sadio para efeito comparativo



Fonte: Tadeu de Oliveira, CENAP/ICMBIO.

Em maior ou menor escala, em quase todo Maranhão, à exceção de algumas raras áreas (como partes da região do Gurupi), foram observados traços de interferência humana. Populações de táxons sensíveis às alterações ambientais de quaisquer espécies se apresentam enfraquecidas, perante a intensa ocupação humana das áreas estudadas. Este cenário resulta em dois aspectos cruciais relacionados à conservação. O primeiro seria o estado precário das espécies com maior sensibilidade ambiental a exemplo de grande quantidade de espécies de aves, das espécies com maiores requerimentos de habitats, como harpia/gavião-real, onças, anta e queixada/porcão (Figura 27, Figura 28 e Figura 29) e dos grandes predadores, grandes gaviões/águias e onças. O segundo seria a substituição destas espécies por aquelas adaptadas a áreas degradadas e impactadas. Tendem, por isso, a se tornar mais abundantes. Desta forma, verifica-se um processo de “simplificação faunística” nas áreas mais impactadas tanto da porção amazônica quanto do Cerrado no Maranhão, com a diminuição da riqueza das espécies e a consequente homogeneização por prevalência daquelas comuns e adaptadas a ambientes degradados. Como este último grupo de espécies costuma ser comum e facilmente observável, ele propicia uma falsa ideia de “abundância faunística”, o que não seria 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; 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; SILVA, 1999; OLIVEIRA *et al.*, 2007; DEVELEY, 2009; LIMA *et al.*, 2014).

Figura 27 – Harpia harpyja adulta e juvenil de Morphnus guianensis, duas espécies no limiar da extinção no Maranhão



Fonte: Gustavo Gonsioroski.

Figura 28 – Os grandes predadores: onça-vermelha e onça-pintada no Parque Estadual do Mirador e na Reserva Biológica do Gurupi



Fonte: Programa de Conservação Gatos do Mato – Brasil (2019); ICMBIO (2020).

Figura 29 – As duas espécies de ungulados ameaçadas de extinção: o queixada (porcão) e a anta têm seus maiores redutos no Maranhão, na Região Amazônica do Gurupi, ambas já desapareceram do cerrado do Parque Estadual do Mirador



Fonte: CENAP/ICMBIO (2015).

Os processos de desmatamento e fragmentação dos habitats naturais, associados (ou não) à reduções populacionais por caça, transmissão de doenças, ou outros motivos quaisquer levam as populações das espécies mais sensíveis/vulneráveis a cada vez mais tornarem-se mais reduzidas, até chegarem ao ponto de serem tão pequenas que uma outra série de problemas, muitos dos quais ligados à consanguinidade, vão torna-las cada vez menores, numa espiral contínua, até leva-las à extinção, a espiral da extinção (Figura 30).

Figura 30 – A espiral da extinção: o que acontece quando as populações se tornam reduzidas



Fonte: Registro da Pesquisa.

No que se refere aos aspectos dos estudos faunísticos preliminares na Amazônia e Cerrado do Maranhão, é preciso ressaltar sua relevância, primordialmente na região do Gurupi e demais UCs no Cerrado (PE Mirador, PN Chapada das Mesas, PN Nascentes do Rio Parnaíba). Esta relevância não está restrita apenas à conservação da diversidade biológica local, mas também da biodiversidade nacional (Figura 31). A falta de ações concretas e integradas das esferas federal e estadual, associada às agravantes ameaças, coloca em risco extremo todo um patrimônio biológico, muitas vezes único. No Maranhão, há pelo menos 12 espécies no limiar da extinção, algumas talvez até já extintas, majoritariamente pela perda de hábitat associados à caça predatória: as aves *Harpia harpyja*, *Morphnus guianensis*, *Crax pinima* e *Psophia obscurae*, o peixe *Epinephelus itajara*, e os mamíferos *Trichechus manatus*, *Pteronura brasiliensis*, *Blastocerus dichotomus*, *Cebus kaapori*, *Chiropotes satanas*, *Pridontes maximus* e *Tolypeutes tricinctus* (Figura 3.9). Estudos em andamento apontam a existência de X espécies de mamíferos e Y de aves ameaçadas de extinção nos limites políticos do Maranhão segundo os critérios adotados pelo MMA/IUCN. Faz-se necessário que o Estado do Maranhão institua oficialmente sua lista de espécies ameaçadas, estabeleça planos de ação e faça monitoramento populacional constante das mesmas. As técnicas de monitoramento deverão ser eficazes aos grupos alvo e o monitoramento requer profissionais experientes no grupo em questão. Dentre os grupos passíveis de monitoramento e pelo fato de desempenharem funções como espécies chave, ou espécies bandeira/guarda-chuva teríamos os carnívoros ameaçados e outras espécies de mamíferos de médio e grande portes, que deverão ser monitorados através de técnicas de armadilhamento fotográfico e radio-telemetria por GPS. Grupos de aves, anfíbios e abelhas também são de especial interesse. Para este fim, poderia ser estabelecido um fundo com recursos provenientes de multas e compensações ambientais através do Fundo Estadual do Meio Ambiente (FEMA).

Figura 31 – Os 7 de Mirador: o Parque Estadual do Mirador e entorno é uma das áreas protegidas com a maior diversidade de felinos do Brasil, seis destes majestosos animais estão ameaçados de extinção e dois deles têm no parque sua mais importante área protegida no país



Fonte: Programa de Conservação Gatos do Mato – Brasil.

11 ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE NO ESTADO DO MARANHÃO

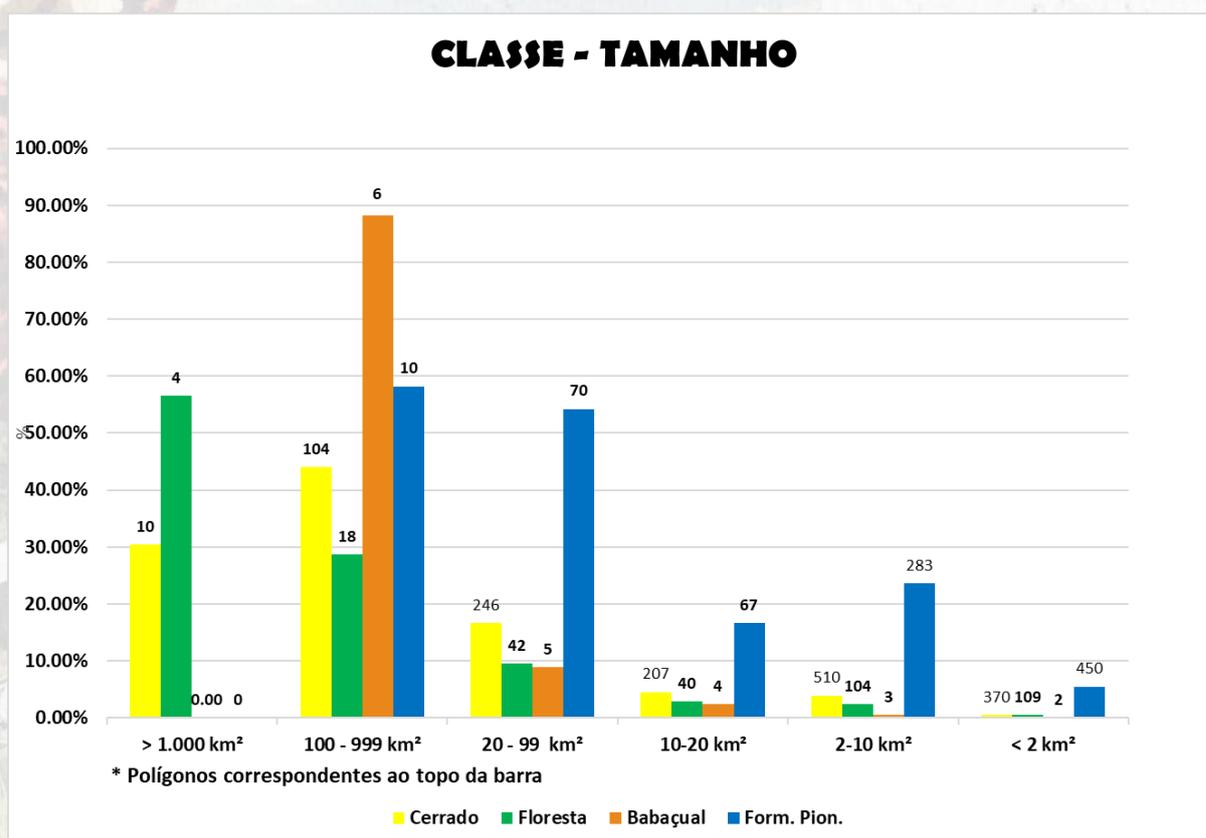
O cenário: As análises apresentadas nos estudos do ZEE-Amazônia demonstraram o baixo estado de conservação da porção amazônica do Maranhão, onde basicamente quase tudo que restou estaria na região do Gurupi (Reserva Biológica e Terras Indígenas, além das áreas não protegidas adjacentes a estas). Assim, restaria apenas cerca de 30% da Amazônia maranhense. Na porção do bioma Cerrado do Maranhão o cenário também é preocupante. As análises realizadas pelo ZEE-Cerrado indicou só restarem 96.734 km² do total de remanescente de vegetação natural em toda a extensão do bioma no estado. Isto quer dizer que só restariam 50.59% da cobertura natural (primitiva e alterada, mas não incluindo as áreas de pastagens, agrícolas e de demais usos antrópicos). A análise do tamanho dos remanescentes mostra um cenário melhor que o amazônico, mas ainda preocupante. O tamanho dos polígonos de vegetação natural com > 1.000 km² são bastante restritos (Tabela 3). Nas fitofisionomias do cerrado os polígonos com mais de 100 km² representam 73.4%, sendo aqueles com os maiores blocos (> 1.000 km²) detentores de 30,4% das áreas savânicas remanescentes (Gráfico 11). Dentro do bioma Cerrado no Maranhão as áreas de babaçu corresponderiam à influência amazônica no mesmo, assim como as florestas transicionais decíduais e semidecíduais que, mais uma vez denotam o caráter transicional do Maranhão.

Tabela 3 – Classes de tamanho dos polígonos com vegetação natural remanescentes na porção do Bioma Cerrado no Estado do Maranhão

Tamanho km ²	ÁREA (km ²)				No. POLÍGONOS			
	CERRADO	FLORESTA	BABAÇUAL	FOR.PIONEIRA	CE	FL	BBÇ	F.PI
> 1.000	19.960,82	10.951,06			10	4		
100 – 999	28.946,29	5554,75	2.497,29	3.195,03	104	18	6	10
20 – 99,9	10.941,43	1.855,60	250,24	2978,30	246	42	5	70
10 – 19,9	2.972,53	552,12	68,72	912,06	207	40	4	67
2 – 9,9	2.560,59	456,98	13,54	1.297,52	510	104	3	283
< 2	363,00	102,79	1,72	300,82	370	109	2	450
total	65.744,66	19.370,51	2.829,79	5.488,70	1447	317	20	880

Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 11 – Percentagens das áreas naturais (km²) nas diferentes classes de tamanho de vegetação natural remanescente na porção do Bioma Cerrado no Estado do Maranhão (valores acima da barra referem-se ao número de polígonos de cada classe de tamanho)



Fonte: Elaboração própria.

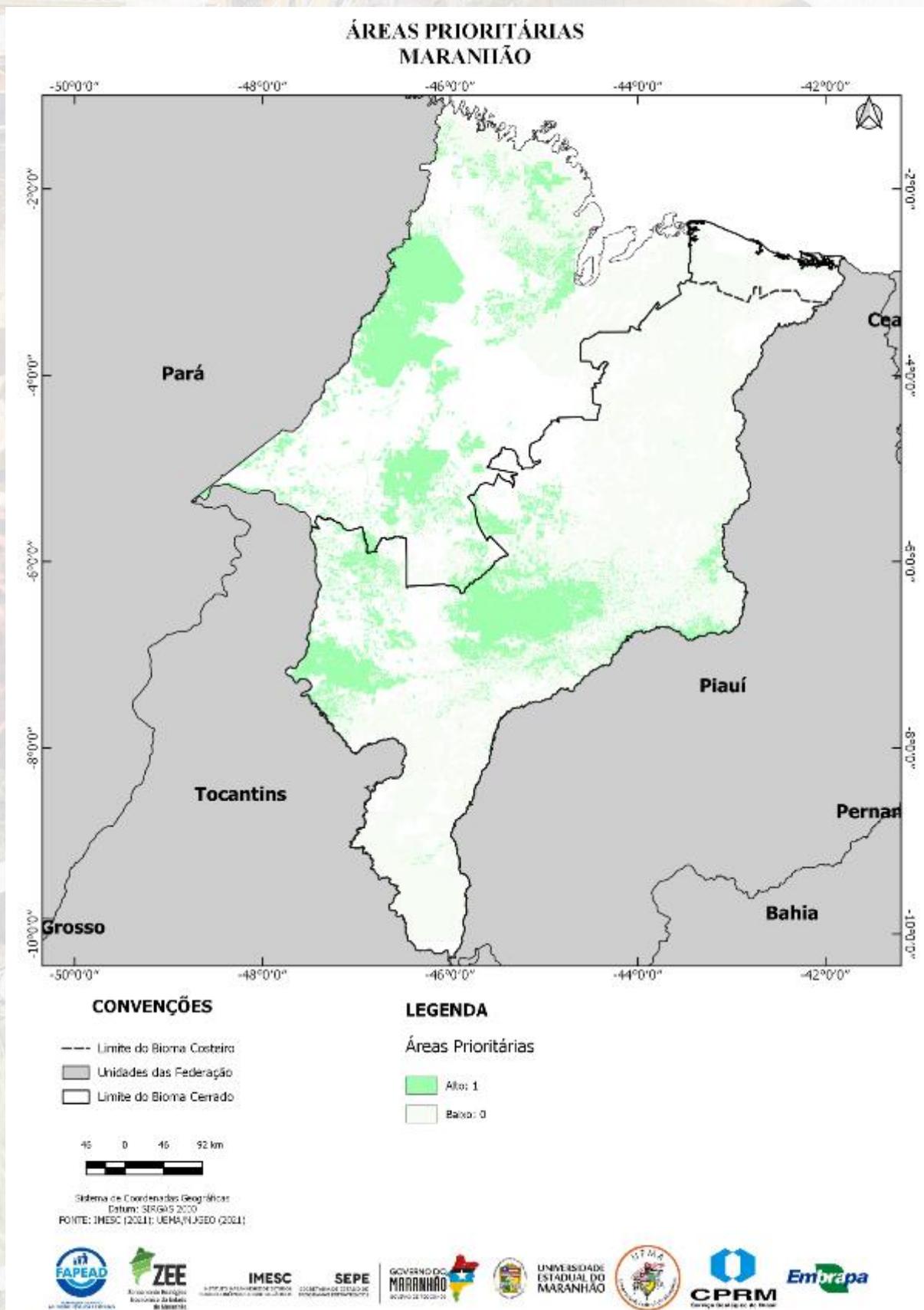
As análises: A partir da análise de sobreposição das áreas de maior adequabilidade ambiental média das espécies de mamíferos e aves ameaçados de extinção com o sistema atual de Unidades de Conservação do estado, foi observado uma sobreposição máxima (100%) destas áreas com a Reserva Biológica do Gurupi, Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba, Parque Nacional da Chapada das Mesas e Parque Estadual do Mirador. Os locais apontados pelo modelo como de maior adequabilidade

ambiental, considerando o recorte para terras indígenas, ou seja, terras que o Estado brasileiro deve proteger, obtiveram sobreposição máxima nas Terras Indígenas (TIs) Awa, Caru, Krikati, Rodeador, Kanela e Alto Turiaçu. Considerando as classes de vegetação, as áreas de maior adequabilidade ambiental estão sobrepostas às porções de Floresta Ombrófila Densa (94%), Cerrado e suas formações (87%) e Floresta Estacional Semidecidual (81%).

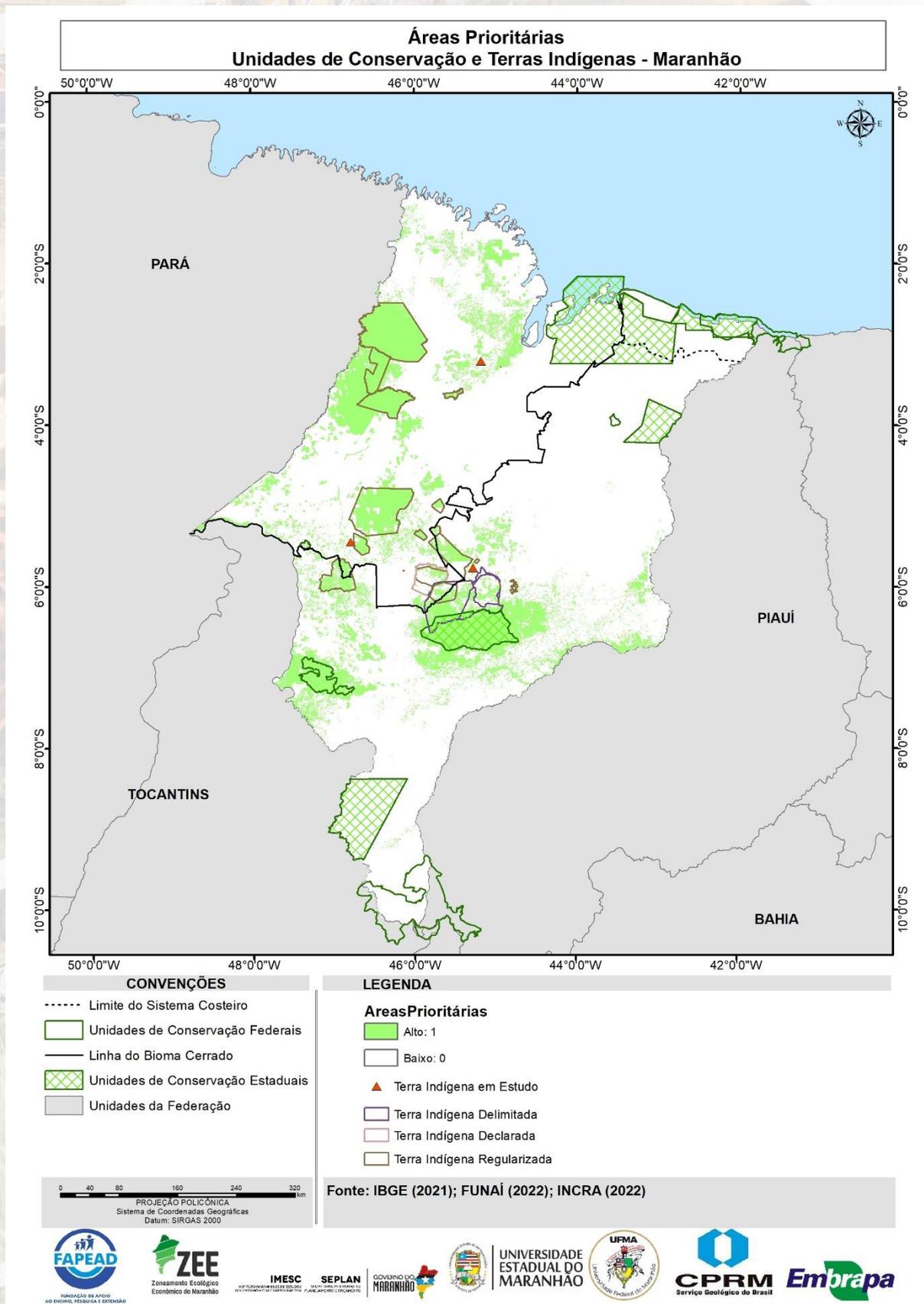
A sobreposição entre as áreas de maior adequabilidade ambiental com o mapa das áreas prioritárias para conservação para o estado do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2018) mostrou que seis destas áreas estão localizadas na Amazônia maranhense, e apresentam sobreposições que variam entre 85,02% e 99,92%, possuem importância biológica e prioridade de ação extremamente alta, notadamente por estarem no Complexo Gurupi. Já para o Cerrado quatro áreas prioritárias dentro destas mesmas classes obtiveram sobreposição expressiva variando entre 71,19 e 99,94%, todas localizadas no extremo sul do estado e tendo a criação de unidade de conservação como principal ação prioritária indicada. A modelagem preditiva apresentou ao todo 71,36% de sobreposição com as áreas definidas como prioritárias para o estado.

As áreas de maior prioridade de conservação (Mapa 4) fora das áreas já legalmente protegidas concentraram-se no entorno das áreas protegidas da região do Gurupi, da região do Bico do Papagaio na porção amazônica, e do Parque Nacional da Chapada das Mesas e Parque Estadual do Mirador, sendo que apenas a primeira e última já se encontram devidamente protegidas por instrumentos legais (Mapa 5). Além das áreas de menor prioridade localizadas em áreas de vegetação secundária já conhecidas para o estado (de ARAÚJO *et al.*, 2016), merece destaque o grande bloco presente no Cerrado Sudeste Maranhense. A região do entorno do Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba não apareceu nas modelagens por conta de carência de registros dessa região (ou seja por um artifício técnico) e não porque a mesma não tenham importância estratégica. Fato equivalente possa ter acontecido também para a área do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses. Este último, por sua singularidade pode apresentar uma fauna diferenciada para alguns grupos faunísticos.

Mapa 4 – Áreas de maior prioridade de conservação, baseadas na modelagem de adequabilidade de habitat para aves e mamíferos ameaçados de extinção no Estado do Maranhão



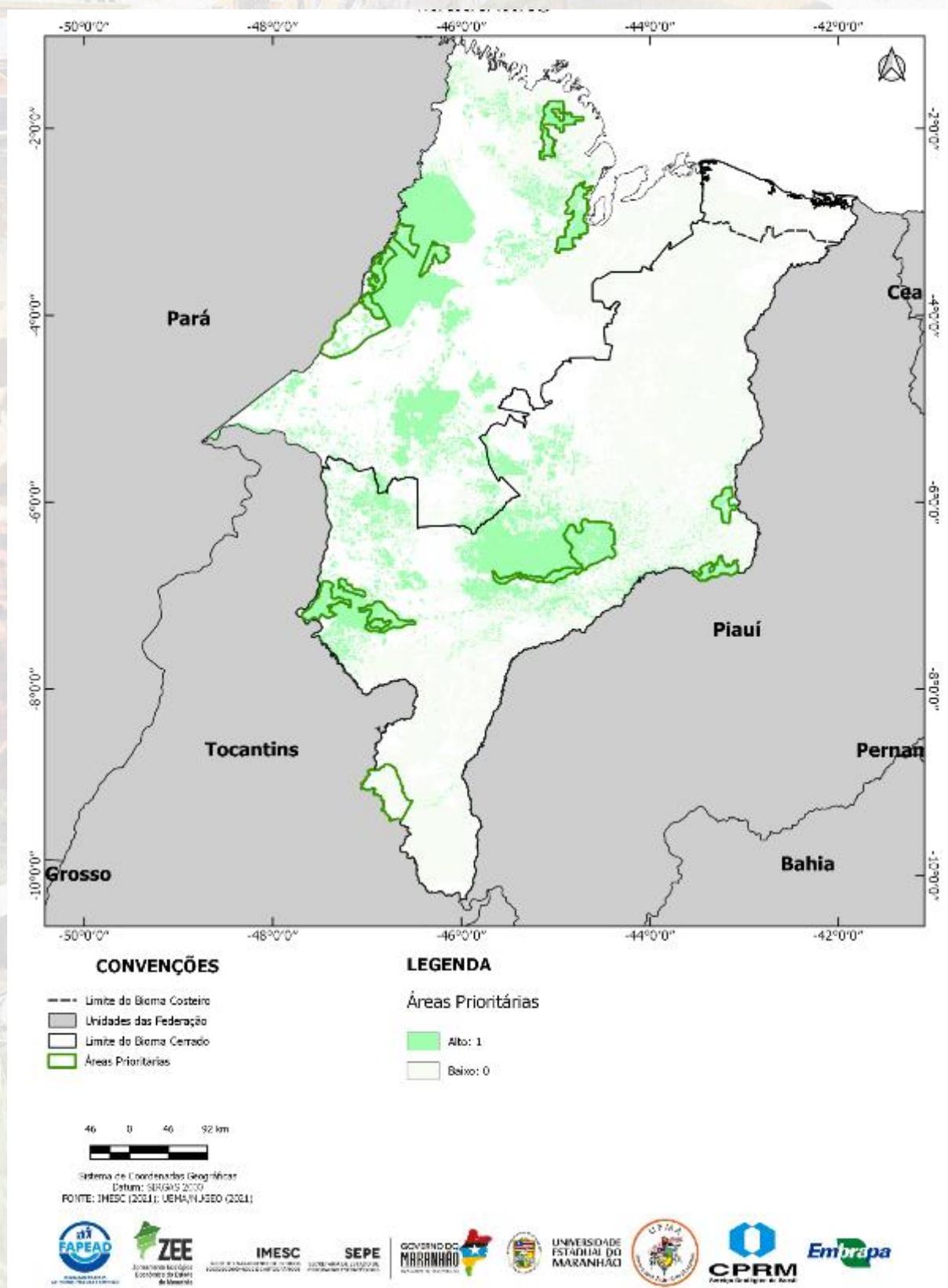
Mapa 5 – Áreas da maior adequabilidade para aves e mamíferos ameaçados no Estado do Maranhão, em relação às Unidades de Conservação e Terras Indígenas já existentes no estado



As áreas prioritárias para a conservação no estado do Maranhão fora das áreas legalmente protegidas (UCs e TIs) somaram 84.014km². Estas áreas correspondem a sobreposição da distribuição geográfica potencial estimada a partir da média dos modelos de distribuição potencial para cada espécie, considerando os remanescentes e excluindo as áreas de unidades de conservação e terras indígenas presentes no estado. Foram destacadas neste estudo, principalmente três áreas prioritárias para conservação no bioma Amazônia e oito áreas no Cerrado. Dentre estas áreas foram selecionados 11 blocos de vegetação, sendo três adjacentes à região do Gurupi totalizando 2.160 km², três no entorno do Parque Nacional da Chapada das Mesas, com 2.185 km² e três também margeando o Parque Estadual do Mirador, com 3.073 km². Adicionalmente teríamos um bloco na região de Parnarama com 588 km² e outro com influência da Caatinga em Barão de Grajaú, com 687 km². Além destes teríamos mais três polígonos, só que os mesmos já estariam tecnicamente em áreas protegidas, na forma de Áreas de Proteção Ambiental - APA. Entretanto, o grau de proteção conferido pelas APAs é, na prática, virtualmente nulo. Dois polígonos estão inseridos nas APAs das Reentrâncias e da Baixada, com 1.189 km² e 1.502 km². Um terceiro polígono é proposto como uma nova UC, preferivelmente de proteção integral, a ser criada dentro da APA da Nascente do Rio das Balsas. Esta nova UC com limites propostos de 2.032 km² apresentaria uma função estratégica servindo de ponte dentro da Reserva da Biosfera do Cerrado como mais uma área núcleo entre os Parques Nacionais da Chapada das Mesas e o da Nascentes do Rio Parnaíba. Isto além de proteger não apenas as nascentes hídricas dessa importante área, mais também a relevante biodiversidade lá presente, ameaçada pela expansão do cinturão dos grãos, a qual inclui a mais importante área das ameaçadas araras-azuis no Maranhão.

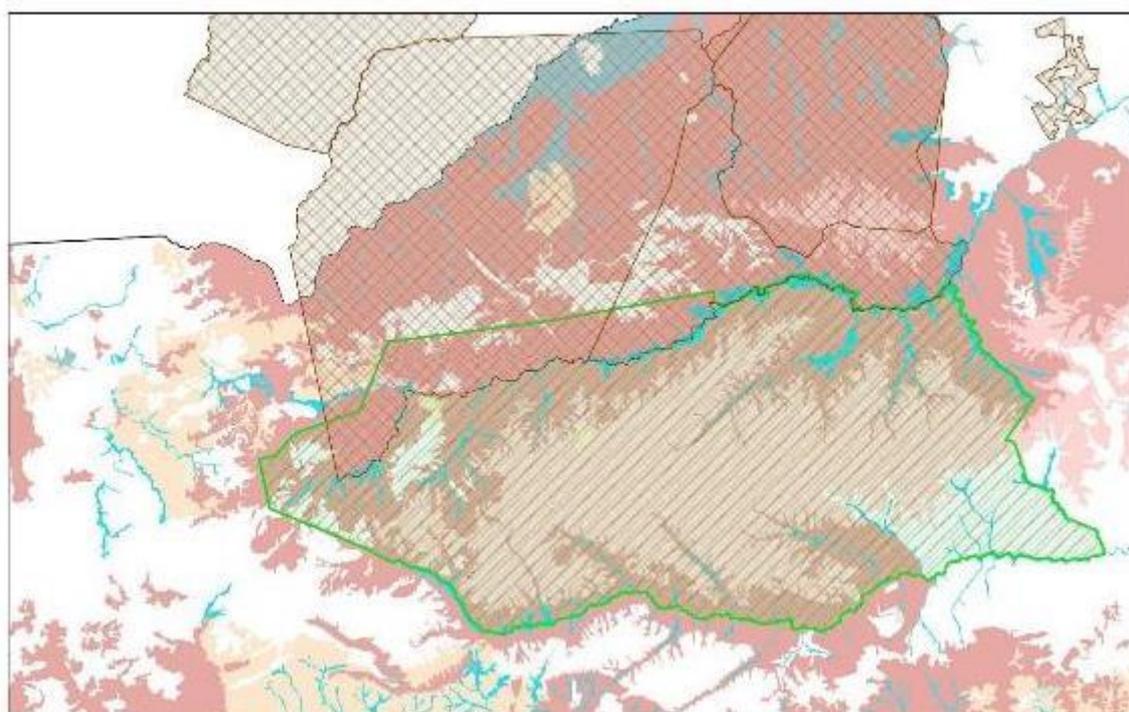
Essas áreas prioritárias para conservação possuem os maiores valores de sobreposição das espécies, ainda possuem vegetação nativa e conectam e circundam as áreas protegidas de maior ocorrência das espécies ameaçadas levantadas neste trabalho. Assim, estas novas áreas propostas para integrarem o sistema de áreas protegidas no Maranhão, perfazem 11.385 km² (Mapa 6). Se somados estes blocos com as áreas protegidas adjacentes teríamos: complexo Gurupi:16.318 km²; complexo Chapada das Mesas 3.784 km²; complexo Mirador-Kanela 14.868 km². Ressalte-se que os municípios de Parnarama e Barão de Grajaú apresentam ocorrência de novas espécies de mamíferos (ver item Mastofauna).

Mapa 6 – Áreas de alta prioridade para conservação da biodiversidade no Maranhão propostas para integrarem o sistema de áreas protegidas já existentes no estado



Neste contexto de estabelecimento de áreas protegidas é extremamente importante a regularização da Terra Indígena Porquinhos dos Canelas-Apsekra, com 3.050,20 km² e adjacente ao Parque Estadual do Mirador. Entretanto é vital que nesse processo de demarcação sejam respeitados os limites atuais do Parque do Mirador, pois estaria havendo uma sobreposição entre as áreas de 401,34 km², o que não é aceitável nem legalmente permitido (Figura 32).

Figura 32 – Área de sobreposição entre a Terra Indígena Porquinhos dos Canelas-Apsekra e o Parque Estadual do Mirador



Fonte: Registro da Pesquisa.

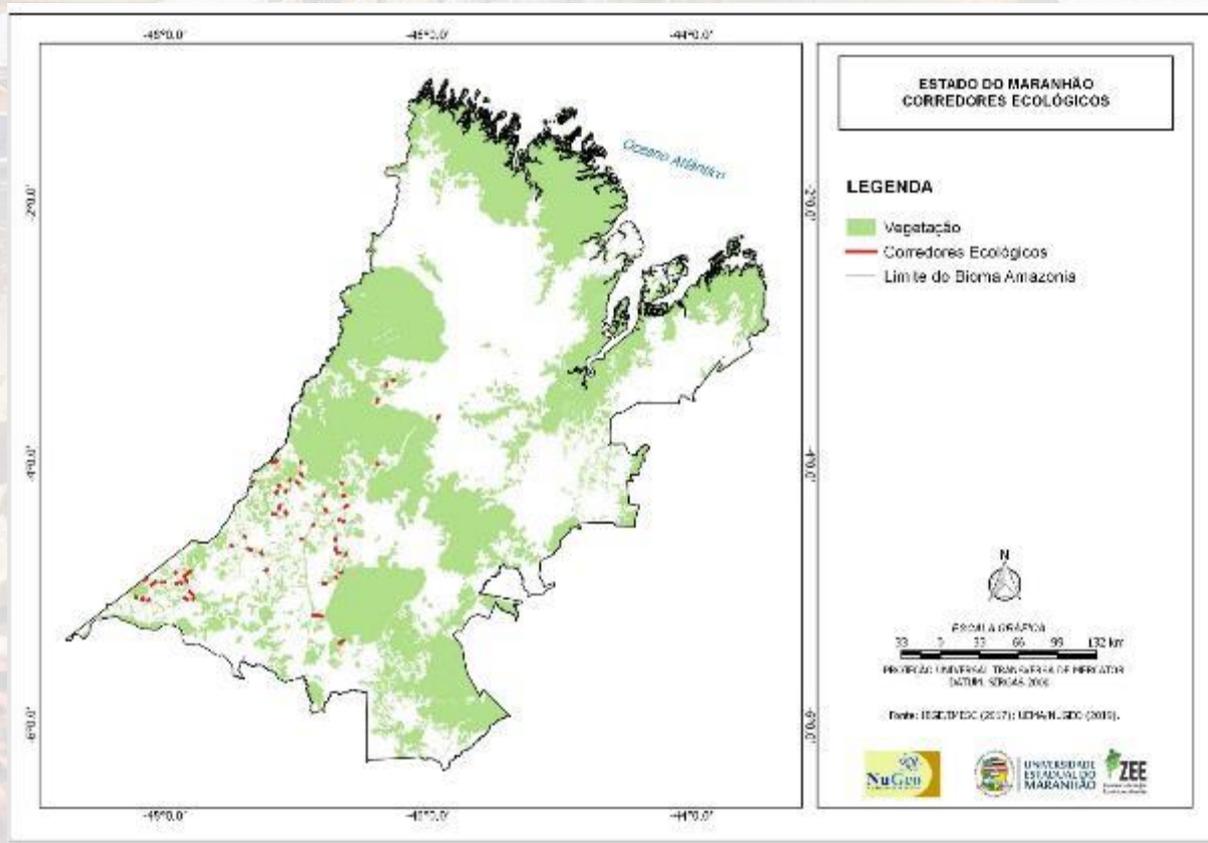
O mosaico de áreas protegidas Mirador-Kanela representará o segundo maior bloco de áreas protegidas em todo o bioma Cerrado no país, só ficando atrás daquele formado pelo complexo de UCs do entorno do Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba/Estação Ecológica Serra Geral de Tocantins/Parque Estadual do Jalapão, que apesar de também cobrir parte do Maranhão, tem sua maior extensão no estado do Tocantins. O mosaico Mirador-Kanela tem também importância estratégica nacional e até mesmo mundial por abrigar a população reconhecida como a mais importante para a conservação do nacional- e mundialmente ameaçado de extinção *Leopardus tigrinus* (gato-domato/pintadinho – PAYÁN; OLIVEIRA 2016; OLIVEIRA *et al.* 2020). Nenhuma outra espécie da fauna encontrada no Maranhão proporciona ao estado uma maior relevância e projeção global para conservação. Desta forma, o pintadinho (*Leopardus tigrinus*) poderia inclusive tornar-se a espécie símbolo da conservação da biodiversidade no estado do Maranhão.

Além do estabelecimento de áreas prioritárias para biodiversidade, um outro aspecto importante para a conservação, está na conectividade entre as áreas naturais remanescentes. Sendo assim, corredores ecológicos também poderiam ser considerados como outra “palavra-chave”. Conectividade é basicamente a palavra-chave para designar a maximização das chances de sobrevivência a longo prazo das espécies, a fim de evitar os problemas ligados às variações populacionais e genéticas, às quais as populações pequenas tendem a ser bastante suscetíveis (GROOM *et al.* 2006). Populações pequenas ou isoladas, invariavelmente irão apresentar problemas de consanguinidade ocasionada pela perda da variabilidade genética.

No ZEE-Amazônia 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, será necessário e imprescindível a manutenção e o restabelecimento da conectividade entre as áreas remanescentes dos grandes blocos de vegetação no Estado, notadamente na porção Amazônica Maranhense.

Análise minuciosa em todos os remanescentes de vegetação florestal com cobertura original e vegetação secundária sem associação com agricultura e/ou pecuária revelou que, para o restabelecimento da conectividade na Amazônia maranhense são necessários 57 corredores, totalizando 89,87 km. A média de comprimento destes foi de $1,57 \pm 1,54$ km, sendo o menor de 0,16 km e o maior com 7,31 km. Uma vez que este sistema de corredores esteja implantado, a Amazônia maranhense passaria a constituir uma rede de 39.681 km² de matas interconectadas. A largura dos corredores aqui propostos, é de, no mínimo, 100 m de largura, seguindo as recomendações do CONAMA 09/1996, que considera esta a largura mínima exigida para a conexão entre áreas (SEOANE *et al.* 2010). Vale ressaltar que, na ata de aprovação do “Macro-ZEE” pelo Ministério do Meio Ambiente é dada obrigatoriedade do estabelecimento de corredores no estudo do ZEE no Maranhão (Mapa 7).

Mapa 7 – Mapa dos remanescentes de vegetação florestal com potencial para conservação e os corredores biológicos propostos para restabelecimento da conectividade e fluxo gênico



O restabelecimento da conectividade através da implementação dos corredores biológicos propostos, associado com a proteção de todas as matas remanescentes poderia evitar o colapso faunístico na região. Muito importante também será a manutenção da conectividade entre os blocos de vegetação amazônica com aqueles do Cerrado. Esta conectividade poderia ser alcançada através das reservas da biosfera existentes e propostas, unindo Amazônia oriental, Cerrado e Caatinga.

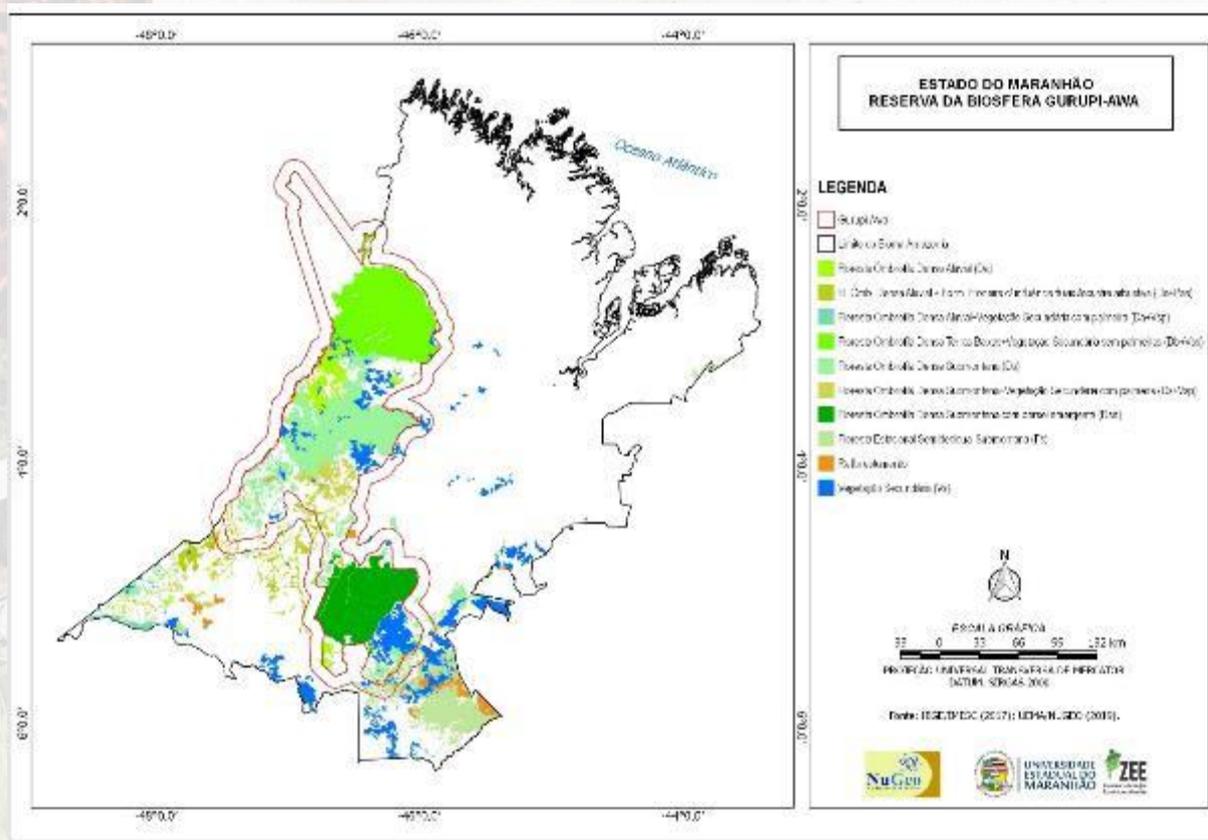
Por conta do cenário de intensa pressão antrópica, associado com um elevado estado de degradação e por uma fiscalização ineficiente, a Amazônia oriental (ou Amazônia tocantina) compreenderia o local onde poderia acontecer o primeiro evento de extinção em massa no Brasil, e não, como seria pensado por muitos, na Mata Atlântica (SILVA *et al.*, 2005). Adicione-se a isto o fato dessa mesma região ser o único local onde vive o povo indígena Awa-Gujá, considerado como a etnia mais ameaçada de todo o planeta (SURVIVAL INTERNATIONAL, 2015).

Em face ao exposto, propõem-se, seguindo os limites delineados na análise deste estudo e aqui sendo apresentado (Mapa 8), a criação de uma Reserva da Biosfera, a ser denominada “Reserva da Biosfera Gurupi-Awá”.

Segundo o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC no Capítulo XI Art.41:

Uma Reserva da Biosfera é um modelo, adotado internacionalmente, de gestão integrada, participativa e sustentável dos recursos naturais, com os objetivos básicos de preservação da diversidade biológica, o desenvolvimento de atividades de pesquisa, o monitoramento ambiental, a educação ambiental, o desenvolvimento sustentável e a melhoria da qualidade de vida das populações. Pode ser constituída por uma ou várias áreas-núcleo, destinadas à proteção integral da natureza; uma ou várias zonas de amortecimento, onde só são admitidas atividades que não resultem em dano para as áreas-núcleo; e uma ou várias zonas de transição, sem limites rígidos, onde o processo de ocupação e o manejo dos recursos naturais são planejados e conduzidos de modo participativo e em bases sustentáveis. A Reserva da Biosfera é constituída por áreas de domínio público ou privado e pode ser integrada por unidades de conservação já criadas pelo Poder Público, respeitadas as normas legais que disciplinam o manejo de cada categoria específica. Pode ser gerida por um Conselho Deliberativo, formado por representantes de instituições públicas, de organizações da sociedade civil e da população residente, conforme se dispuser em regulamento e no ato de constituição da unidade. A Reserva da Biosfera é reconhecida pelo Programa Intergovernamental "O Homem e a Biosfera – MAB", estabelecido pela Unesco, organização da qual o Brasil é membro.

Mapa 8 – Limites propostos para a Reserva da Biosfera Gurupi-Awá, segundo as análises realizadas neste estudo do ZEE-Amazônia maranhense



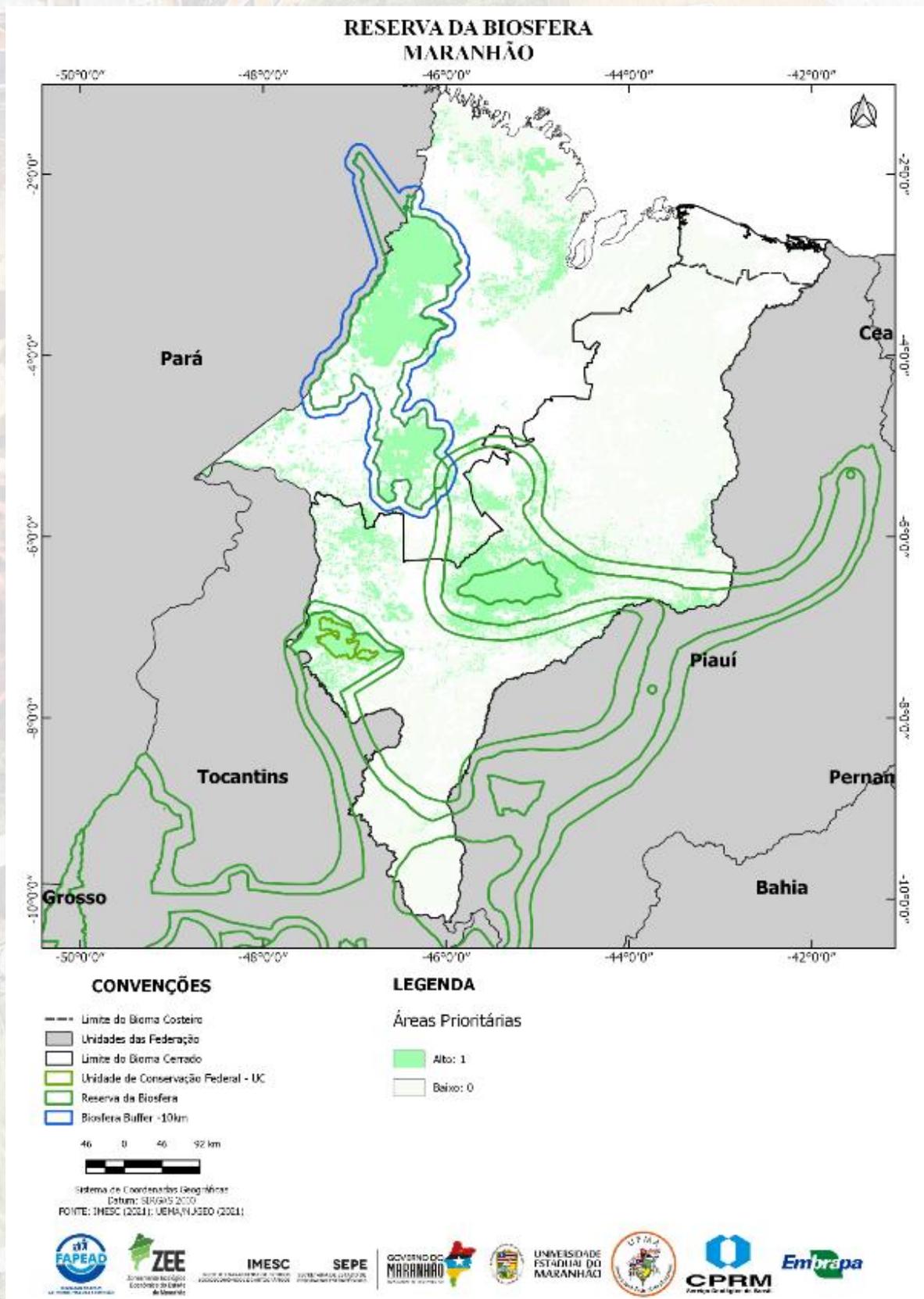
Dentro dos preceitos acima explanados, uma das atividades econômicas com mais alto potencial de geração de divisas (e uso sustentável) estaria relacionado ao “crédito de carbono”. Desta forma, as divisas que possam ser geradas através desta atividade suplantariam bastante aquela oriunda da

pecuária, ou mesmo da exploração da madeira (ilegal, em grande escala) as maiores causas da degradação da região.

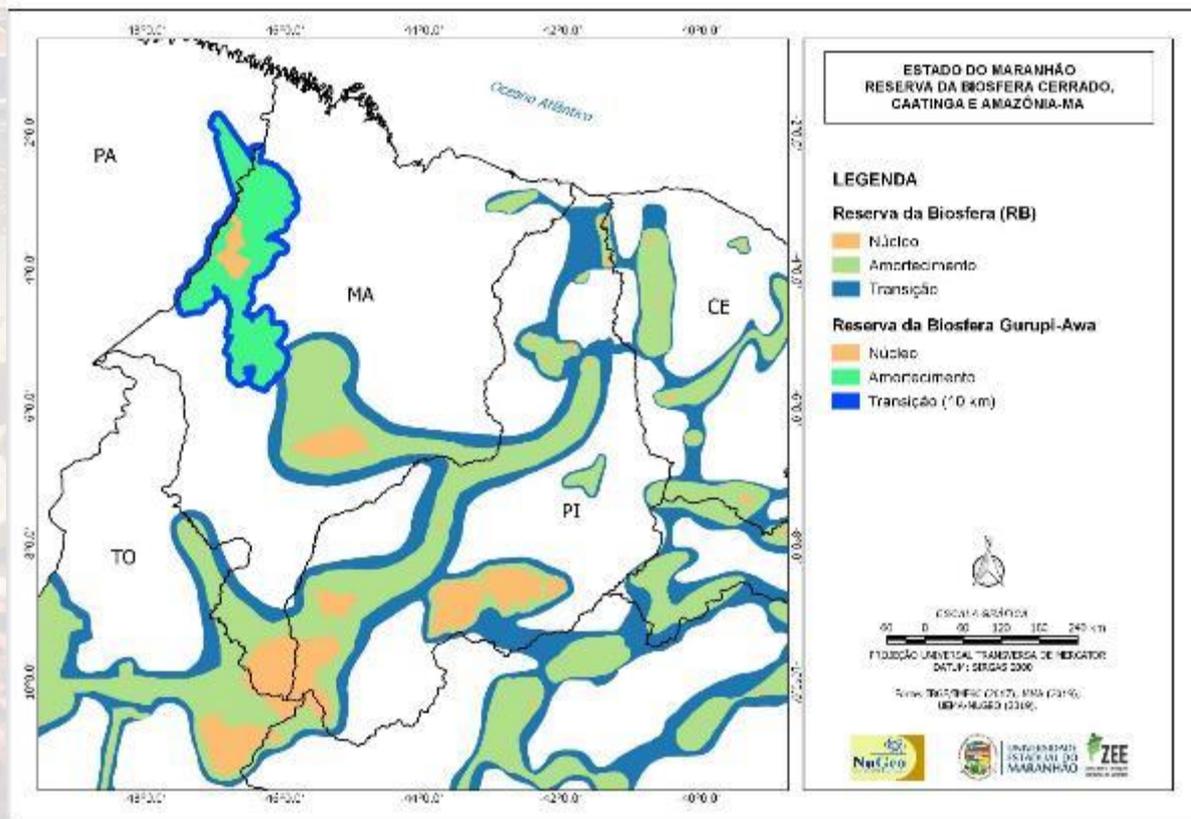
Com os limites aqui propostos para a Reserva da Biosfera Gurupi-Awá teríamos uma área protegida total de 31.003 km² (não incluso o buffer). Esta reserva incluiria também todas as áreas de floresta amazônica consideradas como prioritárias para a conservação da biodiversidade no Maranhão. Haveria também uma integração/conectividade desta reserva diretamente com as Reservas da Biosfera do Cerrado e Caatinga, formando assim um imenso bloco de áreas protegidas conectando Amazônia-Cerrado-Caatinga (Mapa 9 e Mapa 10). Isto viria a ser um marco na história da conservação no Brasil e no mundo e, tão importante quanto, poderia dar um alento à sobrevivência da ameaçada etnia dos Awa-Guajá.

A já estabelecida Reserva da Biosfera do Cerrado compreende uma área de 296.525 km², dos quais 127.385 km² estão presentes no Cerrado norte do Brasil (Cerrado MATOPIBA), cuja área núcleo compreenderia 24.215 km². Já a Reserva da Biosfera da Caatinga, que a esta se conecta, apresenta área total de 198.990 km². O mosaico a ser formado por estas áreas será vital para garantir a conectividade, fluxo gênico e viabilidade a longo prazo da biodiversidade no Maranhão. As previsões de perdas de espécies sem a conectividade/fluxo gênico levará a um colapso faunístico, com considerável índice de extinção de espécies. Vale lembrar que a perda da biodiversidade implica na perda de serviços ecossistêmicos e, conseqüentemente, consideráveis perdas econômicas e de qualidade de vida.

Mapa 9 – Reserva da Biosfera Gurupi-Awá (proposta) com as Reservas da Biosfera do Cerrado e Caatinga, formando um imenso bloco de conservação unindo Amazônia-Cerrado-Caatinga, necessário para garantir a conectividade, fluxo gênico e viabilidade a longo prazo da biodiversidade no Maranhão



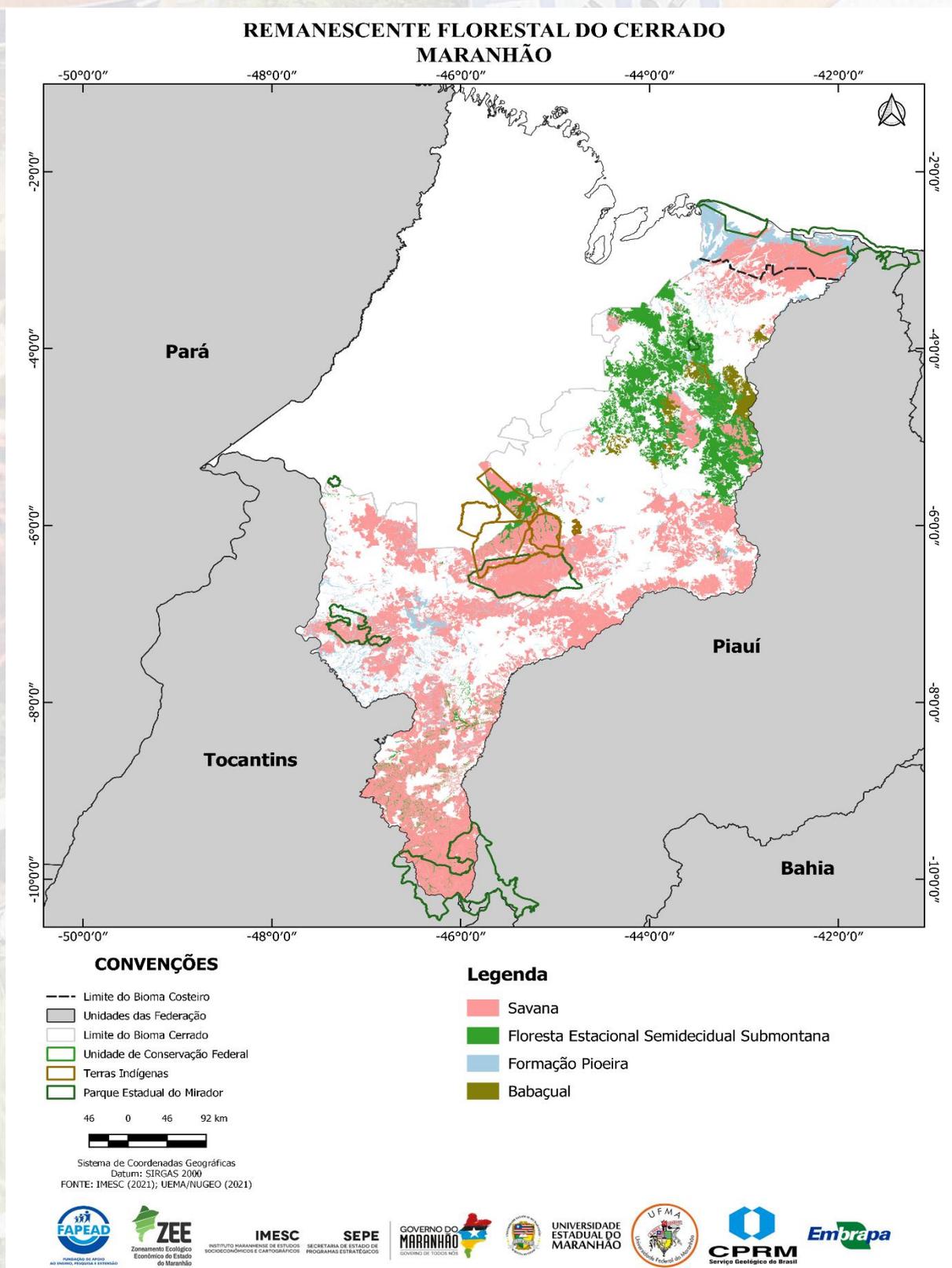
Mapa 10 – Mosaico da Reserva da Biosfera Gurupi-Awá (proposta) com as Reservas da Biosfera do Cerrado e Caatinga, formando um imenso bloco de conservação unindo Amazônia-Cerrado-Caatinga



O cenário de desmatamento encontrado para a porção de Cerrado do Maranhão é consideravelmente melhor que aquele observado para a Amazônia maranhense (Mapa 11). Ainda assim, suscita grande preocupação em face ao já exposto elevado grau de fragmentação (ver Figura 24). Para a porção do Cerrado o Maranhão possui dois grandes blocos. O complexo de UCs interconectadas centradas no Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba, que incluiriam também A Estação Ecológica Serra Geral de Tocantins e o Parque Estadual do Jalapão. Este conjunto de UCs, com 19.420 km² compreenderia o maior bloco de áreas protegidas existentes no bioma Cerrado em todo o país, estando em grande parte localizado no Estado do Tocantins. Exclusivamente dentro dos limites territoriais do estado o bloco que poderá ser formado pelas Terras Indígenas Roncador (regularizada), TI Bacurizinho (declarada), TI Kanela (regularizada) e TI Kanela Memortumré (delimitada), com 6.716,35 km², que juntamente com o Parque Estadual do Mirador poderão formar um bloco de 11.794,66 km², os quais com a adição da área proposta como prioritária para conservação totalizaria 14.868 km². A conectividade deste bloco com o da Nascentes do Parnaíba e Chapada das Mesas seria através do Piauí, haja vista a existência de um cinturão da soja bloqueando uma conexão direta dentro do estado. Entretanto este bloco Mirador-Kanela estaria conectado diretamente com o do Gurupi-Ararióia.

Uma real efetividade destes megablocos de áreas protegidas e da conectividade entre os mesmos poderá garantir a sobrevivência a longo prazo da rica biodiversidade encontrada no Maranhão.

Mapa 11 – Cobertura remanescente no Cerrado do Maranhão e complexos de áreas protegidas



11.1 Endemismos e áreas prioritárias para a conservação dos peixes no Maranhão

A ocorrência de espécies endêmicas nas bacias maranhenses, tais como, *Platydoras brachylecis*, *Charax awa*, *Hyphessobrycon piorskii*, *Hyphessobrycon caru*, *Cichlasoma zarskei*, *Rhamphichthys atlanticus*, *Auchenipterus menezesi*, *Roebooides sazimai* e *Loricaria turi* sugerem que a distribuição dessas espécies deve ser considerada na definição de áreas prioritárias para a conservação. Nesse aspecto, os padrões identificados para a distribuição da ictiofauna no Estado indicam que algumas espécies podem apresentar distribuições restritas a bacias ou conjunto de bacias hidrográficas. Assim, é importante considerar os padrões propostos durante o estabelecimento de áreas prioritárias a fim de evitar perdas faunísticas.

As áreas de abrangência dos padrões identificados incluem, em sua maioria, áreas protegidas já definidas em Lei. Dessa forma, a combinação das informações de Áreas Protegidas com os padrões de distribuições pode ser uma ferramenta adicional para o reconhecimento de áreas prioritárias. Por exemplo, em uma análise sobre a importância do Parque Estadual do Mirador para a proteção da ictiofauna no cerrado maranhense, Rocha (2020) observou que esta UC é efetiva na proteção de espécies de peixe de água doce, e possui maior quantidade de espécies raras, além de conter boa representatividade da ictiofauna do Cerrado e das bacias hidrográficas do Maranhão. Assim, essa área poderia ser considerada prioritária, uma vez que já é uma UC e está incluída dentro da área de dois padrões de distribuição identificados: Cerrado maranhense e Planalto maranhense.

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.

A análise da lista de espécies disponível para o Rio Gurupi (acervo CPUFMA) sugere a ocorrência de grupos sem nenhum registro para o Maranhão, tais como *Gymnocorymbus* e *Microglanis*, 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).

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.

Assim, a partir da análise combinada da ocorrência de espécies endêmicas e dos padrões de distribuição descritos, sugere-se que as seguintes áreas possam ser consideradas prioritárias para a conservação de peixes no Estado do Maranhão:

- Áreas das bacias hidrográficas inseridas nos padrões Amazônia maranhense e Oeste maranhense. Maior atenção deve ser dispensada para as áreas de UC's e TI's, bem como para as regiões de nascentes dos rios;
- Trechos médio-alto das bacias dos rios Itapecuru e Parnaíba, principalmente nas áreas de UC's e TI's;
- Bacias dos rios Munim e Maracaçumé em toda sua extensão;
- Áreas de UC's, Quilombolas e Reservas Extrativistas ao longo da região costeira.

Na região continental, tais áreas são justificadas pela ocorrência de espécies de pequeno porte. Estas, teoricamente, são mais sensíveis às mudanças ambientais, possuem baixo valor econômico, mas podem ser exploradas pela aquarofilia, e são importantes para a biodiversidade. Na região costeira, as áreas correspondem àquelas onde se tem registro ou ocorrência potencial de espécies ameaçadas, tais como, *Epinephelus itajara* mero e os elasmobrânquios *Rhinoptera bonasus*, *Sphyrna lewini*, *S. mokarram*, *Isogomphodon oxyrhynchus*, *Pristis pectinata* e *P. pristis*.

Nota: para a ictiofauna não foi possível ser feita a análise de áreas prioritárias através da técnica de modelagem de nicho utilizada para os demais grupos por limitações do número de registros por espécie.

11.2 Zonas Prioritárias à Biodiversidade no Estado do Maranhão

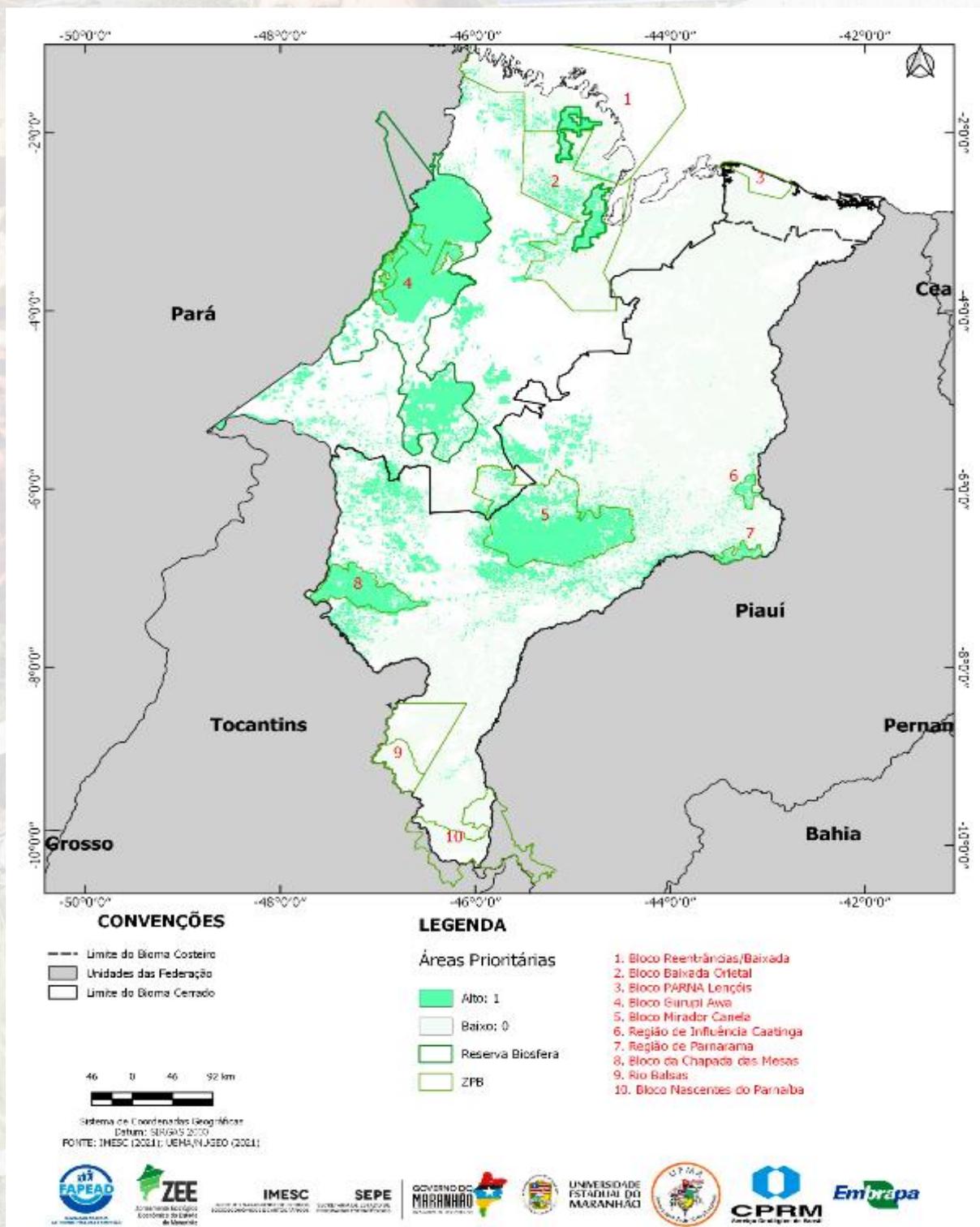
Em função do exposto, propõem-se o estabelecimento formal das Zonas Prioritárias da Biodiversidade (ZPB) dentro do planejamento estratégico do Governo do Estado do Maranhão através do Zoneamento Ecológico-Econômico:

1. Bloco Reentrâncias/Baixada: ZPB dos Guarás (dentro das APAs Reentrâncias/Baixada)
2. Bloco Baixada Oriental: ZPB Tangará-Jaçaná (dentro da APA Baixada)
3. Bloco PARNA Lençóis: ZPB Lençóis (área do PARNA dos Lençóis Maranhenses – já estabelecido por lei)
4. Bloco Gurupi-Awá: ZPB Cairara-Pinima (compreende a área proposta para a Reserva da Biosfera Gurupi-Awá)
5. Bloco Mirador-Kanela: ZPB Maracajá-Pintadinho
6. Região de Parnarama: ZPB Toró
7. Região de influência da Caatinga: ZPB da transição do semiárido
8. Bloco Chapada das Mesas: ZPB das cachoeiras
9. ZPB Rio Balsas: ZPB Arara-azul (nova UC proposta localizada dentro da APA Rio das Balsas)

10. Bloco Nascentes do Parnaíba: ZPB Suçupara (compreende o bloco de UCs ligadas ao PARNA das Nascentes do Rio Parnaíba)

Seus limites propostos são apresentados no mapa abaixo (Mapa 12).

Mapa 12 – Zonas Prioritárias da Biodiversidade (ZPBs) do Estado do Maranhão



12 AÇÕES RECOMENDADAS E ORIENTAÇÕES AOS TOMADORES DE DECISÃO

A despeito da sua grande variedade de ambientes resultante da singularidade de estar situado numa área de convergência de três grandes biomas (Amazônia, Cerrado e Caatinga), o estado de conservação geral das áreas naturais remanescentes do Maranhão variaria entre preocupante e deplorável. Não levando em consideração as urgentes ações de preservação das áreas protegidas por leis em Terras Indígenas e UCs, notoriamente a Reserva Biológica do Gurupi, o Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba, o Parque Nacional da Chapada das Mesas e o Parque Estadual do Mirador, para citar as unidades chaves, existem três pontos principais para as áreas não protegidas por lei, isto é, fora das UCs: conectividade, recuperação de áreas degradadas e recuperação das reservas legais.

12.1 Conectividade

Conectividade é basicamente 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, às quais as populações pequenas tendem a ser bastante suscetíveis (GROOM *et al.* 2006). Populações pequenas ou isoladas, invariavelmente irão apresentar problemas de consanguinidade ocasionada pela perda da variabilidade genética.

No ZEE-Amazônia 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 no Estado, notadamente na porção Amazônica Maranhense. Na porção de Cerrado é imprescindível que seja garantida a continuidade da conectividade ainda existente entre as áreas.

As matas ciliares, que compõem por lei áreas de proteção permanente (APP), são ideias para serem mantidas/recuperadas e serem usadas como corredores ecológicos. Nas áreas de Cerrado faz-se necessário implementar políticas de gestão que facilitem a conectividade entre as reservas legais obrigatórias de serem mantidas por lei, para que, conjuntamente, possam vir a funcionar como corredores ecológicos para manutenção do fluxo gênico. Os atores envolvidos nesta ação de manutenção/restabelecimento da conectividade seriam o governo, empresas com dívidas ambientais e os proprietários rurais.

12.2 Recuperação das áreas degradadas

É notório o grau de degradação de todo o Estado do Maranhão, apesar das áreas de Cerrado estarem em melhor estado de conservação do que as da Amazônia, o Maranhão integra o Cerrado MATOPIBA, ou seja, aquele onde está a nova fronteira agrícola nacional e, conseqüentemente, as áreas de Cerrado com maiores índices de desmatamento do país, e o Estado tende sempre a liderar com as taxas mais elevadas (MMA 2015). Na Amazônia maranhense, o cenário revela que 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 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.

12.3 Recuperação das reservas legais

A legislação brasileira determina a manutenção de 80% da cobertura vegetal de qualquer propriedade dentro dos limites da Amazônia. Entretanto, o para o conhecimento da real situação em relação a isso, é necessária a realização do Cadastro Ambiental Rural (CAR). Em linhas gerais, é esperado que praticamente nenhuma das propriedades da região tenha cumprido o que requer a legislação. Portanto, para agir em conformidade com as leis do país seria necessária a recuperação e o estabelecimento das reservas legais. Atores envolvidos: proprietários rurais e órgãos ambientais fiscalizatórios, além do governo estadual (realização do CAR).

13 RECOMENDAÇÕES DE CONSERVAÇÃO E MANEJO

1. Estabelecer através de instrumento legal as áreas prioritárias à biodiversidade no contexto do Zoneamento Ecológico-Econômico do estado do Maranhão;
2. Incentivar, promover e apoiar estudos para o conhecimento da biodiversidade maranhense;
3. Realizar monitoramento constante (longo prazo) do status das populações de espécies chaves (ameaçadas de extinção, bioindicadoras, de especial interesse para a conservação) da biodiversidade faunística do Maranhão (para as espécies de vertebrados terrestres) através das técnicas (mas não necessariamente exclusivamente): armadilhas fotográficas e colares de radio-telemetria por GPS para mamíferos (médio-grande portes, carnívoros), censo/transectos para aves, armadilhas de captura e queda para anfíbios e répteis;
4. Destinar recursos do FEMA (recursos advindos de multas e compensação ambiental) para a execução de projetos de pesquisa, monitoramento e ações de conservação para a fauna, notadamente àquela ameaçada de extinção (mas não restritiva à mesma);
5. Apoiar propostas de integração das ações de conservação e manejo entre as diferentes jurisprudências e diferentes tipos de Unidades de Conservação estabelecidas para o Estado do Maranhão;
6. Incorporar as áreas indicadas como prioritárias à conservação da biodiversidade fora das áreas já protegidas (correspondendo a uma área de 9.143 km²) sobre um regime efetivo, eficiente e eficaz de proteção ao sistema federal/estadual de Unidades de Conservação;
7. Realizar programas de educação ambiental visando sensibilização dos atores na manutenção da biodiversidade maranhense;
8. Implementar um programa de recomposição de áreas degradadas pertencentes à “Região do Gurupi”;
9. Promover o reflorestamento de taludes, áreas de proteção permanente e reservas legais, com espécies nativas;
10. Estabelecer, através de instrumentos legais, os corredores da biodiversidade maranhense;
11. Implementar a recuperação dos corredores ecológicos propostos, com espécies nativas;
12. Observar a legislação pertinente que define a distância mínima para desmatamento a partir dos corpos d’água;
13. Avançar no processo de análise e validação do Cadastro Ambiental Rural – CAR;

14. Incentivar a recuperação das reservas legais com espécies nativas, assim como o seu estabelecimento, segundo legislação pertinente;
15. Desenvolver programa para conservação de toda vegetação pristina remanescente;
16. Controlar a erosão e a instabilidade das encostas nas margens de reservatórios;
17. Efetivar programas contínuos de vacinação de animais domésticos, notadamente cães e gatos para outras doenças além da raiva, especialmente nas áreas das Unidades de Conservação existentes;
18. Controlar o uso de agrotóxicos, especialmente na proximidade dos corpos d'água;
19. Promover a fiscalização da pesca e do uso dos corpos d'água do Estado;
20. 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;
21. Investir em infraestrutura adequada nos portos de desembarque visando melhorias dos sistemas de controle e monitoramento da produção de pescado dentro do estado;
22. Estimular a implantação de cooperativas de pesca, associações e viabilizar a garantia dos direitos dos pescadores na ocasião do seguro-defeso;
23. Implantar um sistema de ordenamento da pesca, visando obter informações sobre controle de desembarque, amostragem biológica e administração da pesca.

Todas as proposições deste documento intentam garantir ao máximo possível a melhor integridade da biodiversidade encontrada no Maranhão. Nos dias de hoje já é amplamente conhecida a importância dos serviços ecossistêmicos para sustentabilidade da vida e até mesmo da economia (PERRINGS *et al.*, 2020). Chuvas em excesso aqui, ausência de chuvas acolá, incêndios generalizados, assim como uma série de catástrofes naturais acontecem em graus variado afetando não apenas o meio-ambiente, mas também a qualidade de vida e a economia. Esta degradação socioambiental e, por consequência, econômica que irá advir da não observância das recomendações dadas nos documentos técnicos do ZEE-Maranhão, poderá ser irreversível (ver item cenarização deste documento).

REFERÊNCIAS

- ABELL, R.; THIEME, M. L.; REVENGA, C.; BRYER, M.; KOTTTELAT, M.; BOGUTSKAYA, N.; COAD, B.; MANDRAK, N.; BALDERAS, S. C.; BUSSING, W.; STIASSNY, M. L. J.; SKELTON, P.; ALLEN, G. R.; UNMACK, P.; NASEKA, A.; NG, REBECCA, S. N.; ROBERTSON, J.; ARMIJO, E.; HIGGINS, J. V.; HEIBEL, T. J.; WIKRAMANAYAKE, E.; OLSON, D.; LÓPEZ, H. L.; REIS, R. E.; LUNDBERG, J. G.; PÉREZ, M. H. S.; PETRY, P. Freshwater Ecoregions of the World : A New Map of Biogeographic Units for Freshwater Biodiversity Conservation. **BioScience**, v. 58, n. 5, 2008, p. 403-414.
- ABREU, J. M. S.; CRAIG, J. M.; ALBERT, J. S.; PIORSKI, N. M. Historical biogeography of fishes from coastal basins of Maranhão State , northeastern Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 17, n. 2, 2019, p. e180156(1-10).
- ABREU, J. M. S.; SARAIVA, A. C. S.; ALBERT, J. S.; PIORSKI, N. M. Paleogeographic influences on freshwater fish distributions in northeastern Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, [S. l.], v. 102, n. June, 2020, p. 102692.
- ABREU, J. M. S.; WALTZ, B. T.; ALBERT, J. S.; PIORSKI, N. M. Genetic differentiation through dispersal and isolation in two freshwater fish species from coastal basins of Northeastern Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 18, n. 3, 2020, p. e190114.
- AB'SÁBER, A. N. Amazônia: do discurso à práxis. São Paulo: **Edusp**, 1996.
- AB'SABER, A. N. A Amazônia: do discurso à práxis. São Paulo: **Edusp**. 2004.
- ALBERT, J.S.; LOVEJOY, N. R.; CRAMPTON, W. G. R. Miocene tectonism and the separation of cis- and trans-Andean River basins: Evidence from Neotropical fishes. **Journal of South America Earth Sciences**, 21, 2006, p. 14-27.
- ALEIXO, A.; VIELLIARD, J. M. E. Composição e dinâmica da avifauna da mata de Santa Genebra, Campinas, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 12, n. 3, 1995, p. 493-511.
- ALHO, C. J. R. Valor da biodiversidade. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, n. 4, 2008, p. 1115-1118.
- ALMEIDA, Z. S. Dinâmica Populacional de Elasmobrânquios na costa do Maranhão REVIZEE/NORTE., 1998, 97 p. **Relatório ed.** São Luís: UFMA.
- ALMEIDA, Z. S.; PIORSKI, N. M. Caracterização biológica e morfométrica dos estoques das principais espécies de peixes comerciais na Área de Proteção Ambiental das Reentrâncias Maranhenses. **Relatório ed.** São Luís: UFMA/UEMA, 2002.
- ALMEIDA, Z. S.; CASTRO, A. C. L.; PAZ, A. C.; RIBEIRO, D.; BARBOSA, N.; RAMOS, T. D. Diagnóstico da pesca no litoral do estado do Maranhão. In: Isaac, V. J., Martins, A. S., Haimovici, M. e Andrigueto-Filho, J. M. (Eds). A pesca marinha e estuarina do Brasil no início do século XXI: Recursos, tecnologias, aspectos socioeconômicos e institucionais. Belém: **Editora Universitária**, 2006, p. 41-65.
- ALMEIDA, Z.S. **Os recursos marinhos e estuarinos do Maranhão bioecologia, tecnologia, socioeconômica**, Estado da Arte e Manejo. Belém. 2008. 293 p. (Tese de Doutorado em Zoologia - Universidade Federal do Pará).

ALMEIDA, A. S. D.; VIEIRA, I. C. G. Centro de Endemismo Belém: status da vegetação remanescente e desafios para a conservação da biodiversidade e restauração ecológica. **Revista de Estudos Universitários – REU**, v. 36, n. 3, 2010.

ALTEFF, E. F.; GONSIOROSKI, G.; BARREIROS, M.; TORRES, L. G. C. O.; CAMILO, A. R.; MOZERLE, H. B.; SOUSA, A. E. B. A.; MEDOLADO, C. A. B.; MARTÍNEZ, C.; LIMA, D. M.; UBAID, F. K.; MENDONÇA, E. N.; TOMOTANI, B. M.; SILVEIRA, L. F. The rarest of the rare: rediscovery and status of the critically endangered Belem Curassow, *Crax fasciolata pinima* (Pelzeln, 1870). **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 59, 2019.

ANDRADE, G.; LIMA, J. D.; MACIEL, A. O. Geographic Distribution, *Stenocercus dumerilii*. **Herpetological Review**, v. 34, n. 4, 2003, p. 385-386.

ANDRADE, E. B.; LEITE, J. R. S. A.; ANDRADE, G. V. Anurans from the municipality of Ilha Grande, Parnaíba River Delta, Piauí, northeastern Brazil. **Herpetology Notes**, 7, 2014, p. 219-226.

ANDRADE, E. B.; LEITE, J. R. S. A.; ANDRADE, C. V. Diversity and distribution of anuran in two islands of Parnaíba River Delta, Northeastern Brazil. **Journal of Biodiversity and Environmental Sciences**, 8, 2016, p. 74-86.

ANDRADE, F. S.; MAGALHÃES, F. M.; NUNES-DE-ALMEIDA, C. H. L.; VEIGA-MENONCELLO, A. C. P.; SANTANA, D. J.; GARDA, A. A.; LOEBMANN, D.; RECCO-PIMENTEL, S. M.; GIARETTA, A. A.; TOLEDO, L. F. A new species of long-legged *Pseudopaludicola* from northeastern Brazil (Anura, Leptodactylidae, Leiuperinae). **Salamandra**, 52, 2016, p. 107-124.

ANDRADE, E. B.; DE WEBER, L. N.; LEITE, J. R. S. A. Anurans of the Parque Estadual do Mirador, a remnant of Cerrado in the state of Maranhão, Northeastern Brazil. **Biota Neotropica**, 17, 2017, e20160260.

ANDRADE, F. S.; HAGA, I. A.; LYRA, M. L.; DE CARVALHO, T. R.; HADDAD, C. F. B.; GIARETTA, A. A.; TOLEDO, L. F. Reassessment of the taxonomic status of *Pseudopaludicola parnaíba* (Anura, Leptodactylidae, Leiuperinae), with the description of a new cryptic species from the Brazilian Cerrado. **European Journal of Taxonomy**, 679, 2020a, p. 1-36.

ANDRADE, F. S.; HAGA, I. A.; LYRA, M. L.; GAZONI, T.; ZARACHO, V.; HADDAD, C.; TOLEDO, L. F.; GIARETTA, A. Geographic distributions of *Pseudopaludicola boliviana* and congeneric long-legged species (Anura: Leiuperinae). **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, 2020b, p. 1-17.

ANDRADES, R.; GUABIROBA, H. C.; HORA, M. S. C.; MARTINS, R. F.; RODRIGUES, V. L. A.; VILAR, C. C.; JOYEUX, J.-C. Early evidences of niche shifts in estuarine fishes following one of the world's largest mining dam disasters. **Marine Pollution Bulletin**, v. 154, 2020, p. 111073.

ANJOS, L. dos. O ciclo anual de *Cyanocorax caeruleus* em floresta de araucária (Passeriformes: Corvidae). **Ararajuba**, v. 2, n. 1, 1991, p. 19-23.

ARAÚJO, K. C.; RIBEIRO, A. S. N.; ANDRADE, E. B.; PEREIRA, O. A.; GUZZI, A.; ÁVILA, R. W. Herpetofauna of the Environmental Protection Area Delta do Parnaíba, Northeastern Brazil. **Cuadernos de Herpetologia**, 34, 2020.

ARIAS, F. J., TEIXEIRA Jr., M., RECODER, R. S., CARVALHO, C. M., ZAHER, H.; RODRIGUES, M. T. Whiptail lizards in South America: A new *Ameivula* (Aquamata, Teiidae) from Planalto dos Gerais, Eastern Brazilian Cerrado. **Amphibia-Reptilia**, 35, 2014, p. 227-242.

ARMBRUSTER, W. S. Within-habitat heterogeneity in baiting samples of male euglossine bees: possible causes and implications. **Biotropica**, 25(1), 1993, p. 122-128.

ASSIS, T. D. **Dinâmica espaço-temporal da cultura de soja no cerrado, analisada por meio de estatística espacial e dados físicos, socioeconômicos e ambientais**. 2020. Tese (Doutorado em Geociências Aplicadas e Geodinâmica) – Universidade de Brasília/Instituto de Geociências, Brasília, 2020.

BANDEIRA, L. N.; VILLALOBOS, F.; WERNECK, F. P.; PETERSON, A. T.; ANCIÃES, M. Different elevational environments dictate contrasting patterns of niche evolution in Neotropical *Pithecopus* treefrog species. **Biotropica**, 53, 2021, p. 1042-1051.

BARBIERI, G. CAMPOS, E. C.; TEIXEIRA FILHO, A. R.; VERMULM JUNIOR, H.; GIAMAS, M. T. D. Avaliação qualitativa da comunidade de peixes da represa de Guarapiranga, São Paulo. **Boletim Técnico do Instituto de Pesca**, n. 30, 2000, p. 1-30.

BARRETO, L.; Ribeiro, L. E. S.; NASCIMENTO, M. C. **Caracterização da herpetofauna em áreas da Amazônia do Maranhão**. In: Martins, M. B., Oliveira, T. G. (Eds) *Amazônia Maranhense, diversidade e conservação*. Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, 2011, p. 204–217.

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, 2011, p. 375-80.

BARTHEM, R. B. Ocorrência, distribuição e biologia dos peixes da Baía de Marajó, estuário amazônico. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, série. Zoológica, v. 2, n. 1, 1985, p. 49-69.

BEGON, M.; TOWNSEND, C.R.; HARPER, J.L. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

BEZERRA, K. C.; OLIVEIRA, R. J. F.; CONCEIÇÃO, E.; PAVAN, D.; FRAGA, E. C.; BARROS, M. C. **Anfíbios da Área de Proteção Ambiental Municipal do Inhamum, Caxias/MA**. In: Barros, M. C. (Org.). *Biodiversidade na Área de Proteção Ambiental Municipal do Inhamum*. 1ed. São Luís/MA: UEMA, 2012, p. 85-106.

BLONDEL, J.; FERRY, C. B, F. **La méthode des indices ponctuels d'abondance (I.P.A.) ou des relevés d'avifaune par "stations d'écoute**. Paris: 1970.

BODMER, R. E.; EISENBERG, J. F.; REDFORD, K. H. Hunting and the likelihood of extinction of Amazonian mammals. **Conservation Biology**, Massachusetts, v. 11, 1997, p. 460-466.

BOLFE, É. L.; VICTÓRIA, D. D. C.; CONTINI, E.; BAYMA-SILVA, G.; SPINELLI-ARAUJO, L.; GOMES, D. MATOPIBA em crescimento agrícola: Aspectos territoriais e socioeconômicos. **Revista de Política Agrícola**, v, 25, n. 4, 2016, p. 38-62.

BORGES-NOJOSA, D. M.; CARAMASCHI, U. **Composição e análise comparativa da diversidade e das afinidades biogeográficas dos lagartos e anfisbenídeos (Squamata) dos Brejos Nordestinos**.

In: Leal, I. R., Tabarelli, M. & Silva, J. M. (Orgs.) *Ecologia e Conservação da Caatinga*. Recife, 2003, p. 463-512.

BRAUKO, K.; CABRAL, A.; COSTA, N. V.; HAYDEN, J.; DIAS, C. E. P.; LEITE, E. S.; WESTPHAL, R. D.; MUELLER, C. M.; HALL-SPENCER, J. M.; RODRIGUES, R. R.; RORIG, L. R.; PAGLIOSA, P. R.; FONSECA, A. L.; ALARCON, O. E.; HORTA, P. A. Marine Heatwaves, Sewage and Eutrophication Combine to Trigger Deoxygenation and Biodiversity Loss: A SW Atlantic Case Study. **Frontiers in Marine Science**, v. 7, 2020, p. 590258.

BRITO, E. S.; DORADO-RODRIGUES, T. F.; VALADÃO, R. M. First record of *Mesoclemmys vanderhaegei* (Reptilia, Chelidae) for the North-Northeast Atlantic Basin. **Herpetology Notes**, 12, 2019, 709-712.

BRITO, T. F.; PHIFER, C. C.; KNOWLTON, J. L.; FISER, C. M.; BECKER, N. M.; BARROS, F. C.; CONTRERA, F. A. L.; MAUÉS, M. M.; JUEN, L.; MONTAG, L. F. A.; WEBSTER, C. R.; FLASPOHLER, D. J.; SANTOS, M. P. D.; SILVA, D. P. Forest reserves and riparian corridors help maintain orchid bee (Hymenoptera: Euglossini) communities in oil palm plantations in Brazil. **Apidologie**, v. 48, n. 5, 2017, p. 575-587.

BRITO, P. S. DE; GUIMARÃES, E. C.; CARVALHO-COSTA, L. F.; OTTONI, F. P. A new species of *Aphyocharax* Günther, 1868 (Characiformes, Characidae) from the Maracaçumé river basin, eastern Amazon. **Zoosystematics and Evolution**, v. 95, n. 2, 2019, p. 507-516.

BROWN, J. H.; LOMOLINO, M. V. Biogeografia. In: **Biogeografia**, 2006, p. 691-691.

BUCKUP, P. A.; MENEZES, N. A.; GHAZZI, M. S. (Ed.). **Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil**. Rio de Janeiro: Museu Nacional. Museu Nacional, Rio de Janeiro, 2007, 195 p.

CALENGE, C. The package “adehabitat” for the R software: tool for the analysis of space and habitat use by animals. **Ecological Modelling**, v. 197, n. 3-4, 2006, p. 516-519.

CAMELIER, P.; ZANATA, A. M. Biogeography of freshwater fishes from the Northeastern Mata Atlântica freshwater ecoregion: distribution, endemism, and area relationship. **Neotropical Ichthyology**, 12(4), 2014, p. 683-698.

CANTANHÊDE, S. M.; CASTRO, G. S.; PEREIRA, N. J.; CAMPOS, J. S. P.; SILVA, J. DA; TCHAICKA, L.; CARVALHO-NETA, R. N. F.; TORRES JR, J. R. S.; SANTOS, D. M. S.. Evaluation of environmental quality of two estuaries in Ilha do Maranhão, Brazil, using histological and genotoxic biomarkers in *Centropomus undecimalis* (Pisces, Centropomidae). **Environmental Science and Pollution Research International**, v. 24, 2016, p. 1-12.

CARAMASCHI, U. Redefinição do grupo de *Phyllomedusa hypochondrialis*, com redescricao de *P. megacephala* (Miranda-Ribeiro, 1926), revalidação de *P. azurea* Cope, 1862 e descrição de uma nova espécie (Amphibia, Anura, Hylidae). **Arquivos do Museu Nacional. Rio de Janeiro**, 64, 2006, p. 159-179.

CARAMASCHI, U. Notes on the taxonomic status of *Elachistocleis ovalis* (Schneider, 1799) and description of five new species of *Elachistocleis* Parker, 1927 (Amphibia, Anura, Microhylidae). **Boletim do Museu Nacional**, 527, 2010, p. 1-30.

CARRILLO-BRICENO, J. D.; CARRILLO, J. D.; AGUILERA, O., A.; SANCHEZ-VILLAGRA, M. R. Shark and ray diversity in the Tropical America (Neotropics)—an examination of environmental and historical factors affecting diversity. **PeerJ**, 2018.

CARVALHO, C. C.; RÉGO, M. M. C.; MENDES, F. N. Dinâmica de populações de Euglossina (Hymenoptera, Apidae) em mata ciliar, Urbano Santos, Maranhão. Brasil. **Iheringia Série Zoologia**, 96(2), 2006, p. 249-256.

CARVALHO, D. L.; SILVA, S. M.; NEVES, T. S.; SILVA, D. P. An updated documented inventory and new records of bird species for the Brazilian state of Maranhão. **Ornithology Research**, v. 28, n. 2, 2020, p. 77-85.

CARVALHO, D. L.; SOUSA-NEVES, T.; CERQUEIRA, P. V.; Gonsioroski, G.; SILVA, S. M.; SILVA, D. P.; SANTOS, M. P. D. Delimiting priority areas for the conservation of endemic and threatened Neotropical birds using a niche-based gap analysis. **PlosOne**, v. 12, n. 2, 2017.

CARVALHO, T. R.; GIARETTA, A. A.; ANGULO, A.; HADDAD, C. F. B.; PELOSO, P. L. V. A new Amazonian species of *Adenomera* (Anura: Leptodactylidae) from the Brazilian state of Pará: a tody-tyrant voice in a frog. **American Museum Novitates**, 3919, 2019, p. 1-21.

CARVALHO, T. R.; MORAES, L. J. C. L.; LIMA, A. P.; FOUQUET, A.; PELOSO, P. L. V.; PAVAN, D.; DRUMMOND, L. O.; RODRIGUES, M. T.; GIARETTA, A. A.; GORDO, M.; NECKEL-OLIVEIRA, S.; HADDAD, C. F. B. Systematics and historical biogeography of Neotropical foam-nesting frogs of the *Adenomera heyeri* clade (Leptodactylidae), with the description of six new Amazonian species. **Zoological Journal of the Linnean Society**, 191, 2021, p. 395-433.

CARVALHO-NETA, R. N. F. C. **Fauna de peixes estuarinos da ilha dos Caranguejos-MA: aspectos ecológicos e relações com a pesca artesanal**. [s.l.] Universidade Federal do Maranhão, 2004.

CASTELO, T. B. Legislação florestal brasileira e políticas do governo de combate ao desmatamento na Amazônia Legal. **Ambiente e Sociedade**, v. 18, n. 4, 2015, p. 221-242.

CASTRO, J. S.; FRANÇA, C. L.; CARDOSO, R. L.; DA SILVA, W. M. M. L.; DE SANTANA, T. C.; SANTOS, D. M. S.; CARVALHO-NETA, R. N. F.; TEIXEIRA, E. G. Histological Changes in the Kidney of *Sciades herzbergii* (Siluriformes, Ariidae) for Environmental Monitoring of a Neotropical Estuarine Area (São Marcos Bay, Northeastern Brazil). **Bulletin Of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 102, 2019, p. 1-9.

CEBALLOS, G.; EHRLICH, P. R.; BARNOSKY, A. D.; GARCÍA, A.; PRINGLE, R. M.; PALMER, T. M. Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. **Science Advances**, 1, 2015, p. 1-5.

CELENTANO, D.; MIRANDA, M. V. C.; MENDONÇA, E. N.; ROUSSEOU, G. X.; MUNIZ, F. H.; LOCH, V. C.; VARGA, I. D.; FREITAS, L.; ARAÚJO, P.; NARVAES, I. S.; ADAMI, M.; GOMES, A. R.; RODRIGUES, R. C.; KAWAGE, C.; PINHEIRO, M.; MARTINS, M. B. Desmatamento, degradação e violência no "Mosaico Gurupi" – A região mais ameaçada da Amazônia. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 92, 2018, p. 315-339.

CELENTANO, D.; MIRANDA, M. V.; MENDONÇA, E. N.; ROUSSEAU, G. X.; MUNIZ, F. H.; LOCH, V. D. C.; MARTINS, M. B. Desmatamento, degradação e violência no "Mosaico Gurupi" – A região mais

ameaçada da Amazônia. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 92, 2018, p. 315-339.

CELENTANO, D.; ROUSSEOU, G. X.; VARGA, I. D.; MARTINEZ, C.; CARNEIRO, M. S.; MIRANDA, M. V. C.; BARROS, M. N. R.; FREITAS, L.; NARVAES, I. S.; ADAMI, M.; GOMES, A. R.; RODRIGUES, J. C.; MUNIZ, F. H. C.; MARTINS, M. B. Towards zero deforestation and forest restoration in the Amazon region of Maranhão state, Brazil. **Land use policy**, v. 68, 2017, p. 692-698.

CHAN, K. M. A.; RUCKELSHAUS, M. Characterizing changes in marine ecosystem services. **F1000 Biology Reports**, v. 2, 2010.

CLEAVELAND, S.; LAURENSEN, K.; FUNK, S.; PACKER, C. Impact of viral infections in wild carnivore populations. In: MORATO, R.G. *et al.* (Ed.). **Manejo e conservação de carnívoros neotropicais**. São Paulo: IBAMA, 2006, p. 325-349.

CLEMENT, C. R.; HIGUCHI, N. A floresta amazônica e o futuro do Brasil. **Ciência e Cultura**, v. 58, n. 3, 2006, p. 44-49.

COHEN, J. C. P.; BELTRÃO, J. D. C.; GANDU, A. W.; SILVA, R. R. D. Influência do desmatamento sobre o ciclo hidrológico na Amazônia. **Ciência e Cultura**, v. 59, n. 3, 2007, p. 36-39.

COLLI, G. R.; FENKER, J. A.; TEDESCHI, L. G.; BATAUS, Y. S. L.; UHLIG, V. M.; SILVEIRA, A. L.; ROCHA, C. F. D.; NOGUEIRA, C. C.; WERNECK, F. P.; MOURA, G. J. B.; WINCK, G. R.; KIEFER, M. C.; FREITAS, M. A.; RIBEIRO JÚNIOR, M. A.; HOOGMOED, M. S.; TINOCO, M. S.; VALADÃO, R. M.; VIEIRA, R. C.; MACIEL, R. P.; FARIA, R. G.; RECODER, R.; ÁVILA, R. W.; SILVA, S. T.; RIBEIRO, S. L. B.; AVILA-PIRES, T. C. S. **Avaliação do Risco de Extinção de *Amphisbaena kraoh* (Vanzolini, 1971) no Brasil**. Processo de avaliação do estado de conservação da fauna brasileira. ICMBio, 2018.

COMPAGNO, L. J. V.; DANDO, M.; FOWLER, S. **Sharks of the World**. New Jersey:Princeton University Press, Princeton Field Guides, 2005.

COSTA, H. C.; BÉRNILS, R. S. Répteis do Brasil e suas unidades federativas: Lista de espécies. **Herpetologia Brasileira**, 7, 2018, p. 11-57.

COSTA, M. R. P.; ALCANTÁRA E. H.; AMORIM, J. E. A.; MOCHEL, F. R. 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, 2006, p. 237-243.

COUTINHO, L. M. O conceito de Cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 1, 1978, p. 17-23.

CROOKS, K. R.; SOULÉ, M. E. Mesopredator release and avifaunal extinctions in a fragmented system. **Nature**, v. 400, 1999, p. 563-566.

CULLEN J. L.; BODMER, R. E.; PÁDUA, C. V. Effects of hunting in habitat fragments of the Atlantic Forest, Brazil. **Biological Conservation**, Inglaterra, v. 95, n. 1, 2000, p. 49-56.

DAL VECHIO, F., RECODER, R., RODRIGUES, M. T., & Zaher, H. The herpetofauna of the Estação Ecológica de Uruçuí-Una, state of Piauí, Brazil. **Papéis Avulsos De Zoologia**, 53, 2013, p. 225-243.

DENIS W.; PRISCILLA G. M.; MARY J. B.; JEAN C. S.; KATHRYN E. F.; MARY V. S.; CARL F. S. A.;

ROSS K.; ERIC M. P. Assessing Risks to Biodiversity from Future Landscape Change. **Conservation Biology**, 11(2), 1997, p. 349-360.

DEVELEY, P. F. Conservação de aves no Brasil: considerações para a Amazônia, o Cerrado e o Pantanal. In: de LUCCA, A. C.; DEVELEY, P. F.; BENCKE, G. A.; GOERCK, J. M. (Orgs.) Áreas importantes para Conservação das aves no Brasil – Parte II: Amazônia, Cerrado e Pantanal. São Paulo: **SAVE Brasil**, 2009.

DEVELEY, P. F. Métodos para estudos com aves. In: JR, L. C.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PADUA, C. (Eds.). Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre. Curitiba, Editora da Universidade Federal do Paraná. **Editora da ed.** Curitiba, 2003. p. 153-168.

DRESSLER, R. L. New species of Euglossa. IV. The cordata and purpurea species groups (Hymenoptera: Apidae). **Revista de Biologia Tropical**, 30(2), 1982, p. 141-150.

DUAILIBE, I. C. F. S.; COELHO, KEYTON KYLSON FONSECA; FILGUEIRA, C. H. M. S.; PALMEIRA-NUNES, ANA RITA O.; SARAIVA, A. C. S.; NUNES, JORGE L. S. Uso de mídias digitais aplicado à estudos de conservação do mero *Epinephelus itajara* (Lichtenstein, 1822) no Litoral Amazônico Brasileiro. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 31, 2021, p. 1-8.

DUDGEON, D.; ARTHINGTON, A. H.; GESSNER, M. O.; KAWABATA, Z.; KNOWLER, D. J.; LÉVÊQUE, C.; NAIMAN R. J.; PRIEUR-RICHARD, A.; SOTO, D.; STIASSNY, M. L. J.; SULLIVAN, C. A. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. **Biological Reviews**, 81, 2006, p. 163-182.

EBIRD BASIC DATASET. Version: EBD_relMar-2021. **Cornell Lab of Ornithology**, Ithaca, New York. Mar. 2021.

ELITH, J.; PHILLIPS, S. J.; HASTIE, T.; DUDÍK, M.; CHEE, Y. E.; YATES, C. J. A statistical explanation of Max Ent for ecologists. **Diversity and Distributions**, v. 17, 2011, p. 43-57.

EMMONS, L. H.; FEER, F. **Neotropical rainforest mammals: a field guide**. 2 ed. University of Chicago Press, 1997, p. 396.

ENDRIGO, E.; SILVEIRA, L. F. Aves: Estado de Minas Gerais. São Paulo. **Aves & Fotos Editora**, 240. 2013.

FARIA, L. R. R.; SILVEIRA, F. A. D. The orchid bee fauna (Hymenoptera, Apidae) of a core area of the Cerrado, Brazil: the role of riparian forests as corridors for forest-associated bees. **Biota Neotropica**, 11(4), 2011, p. 87-94.

FARIAS, G. B.; PEREIRA, G. A. Aves de Pernambuco: o estado atual do conhecimento ornitológico. **Biotemas**, 22(3), 2009, p. 1–10.

Federação Das Indústrias Do Estado Do Maranhão (FIEMA). **PDI 2020: Plano Estratégico de Desenvolvimento Industrial do Maranhão**. São Luís, 2009.

FEITOSA, L. M.; DRESSLER, V.; LESSA, R. P. Habitat use patterns and identification of essential habitat for an endangered coastal shark with vertebrae microchemistry: the case study of *Carcharhinus*

porosus. **Frontiers in Marine Science**. 7: 125. doi: 10.3389/fmars.2020.00125. 2020a.

FEITOSA, L. M.; MARTINS, A. P. B.; GIARRIZZO, T.; MACEDO, W.; MONTEIRO, I. L.; GEMAQUE, R.; NUNES, J. L. S.; GOMES, F.; SCHNEIDER, H.; SAMPAIO, I.; SOUZA, R.; SALES, J. B.; RODRIGUES-FILHO, L. F.; TCHAICKA, L.; CARVALHO-COSTA, L. F. DNA-based identification reveals illegal trade of threatened shark species in a global elasmobranch conservation hotspot. **Sci. Rep.** 8, 2018, p. 1-11. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-21683-5>.

FEITOSA, L. M.; MARTINS, A. P. B.; NUNES, J. L. S. Sawfish (Pristidae) records along the Eastern Amazon coast. **Endangered Species Research**, v. 34, 2017, p. 229-234.

FEITOSA, L. M.; MARTINS, L. P.; SOUZA JUNIOR, L. A.; LESSA, R. P. Potential distribution and population trends of the smalltail shark *Carcharhinus porosus* inferred from species distribution models and historical catch data. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**. doi:10.1002/aqc.3293. 2020b.

FERES, S. J. C.; LOPES, A. T. L.; SANTOS, L. A. Primeiro registro de *Charybdis hellerii* (Milne Edwards, 1867) para o litoral maranhense-Brasil. (Crustácea, Decapoda, Portunidae). **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, 20, 2007, p. 77-82.

FICK, S. E.; HIJMANS, R. J. WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. **International journal of climatology**, v. 37, n. 12, 2017, p. 4302-4315.

FOUQUET, A.; CASSINI, C. S.; HADDAD, C. F. B.; PECH, N.; RODRIGUES, M. T. Species delimitation, patterns of diversification and historical biogeography of the Neotropical frog genus *Adenomera* (Anura, Leptodactylidae). **Journal of Biogeography**, 41, 2014, p. 855-870.

FRAGOSO, J. M. V.; SILVIUS, K. M.; VILLA-LOBOS, M. P. Manejo de Fauna na Reserva Xavante Rio das Mortes: Cultura Indígena e Método Científico Integrados Para Conservação. Brasília: **WWF Brasil**, 2000.

FRANCINI-FILHO, R. B.; ASP, N. E.; SIEGLE, E.; HOCEVAR, J.; LOWYCK, K.; D'AVILA, N.; THOMPSON, F. L. Perspectives on the Great Amazon Reef: Extension, Biodiversity, and Threats. **Frontiers in Marine Science**, 5. doi:10.3389/fmars.2018.00142. 2018.

FREITAS, M. A.; VIEIRA, R. S.; ENTIAUSPE-NETO, O. M.; SOUSA, S. O.; FARIAS, T.; SOUZA, A. G.; MOURA, G. J. B. Herpetofauna of the Northwest Amazon forest in the state of Maranhão, Brazil, with remarks on the Gurupi Biological Reserve. **ZooKeys**, 643, 2017, p. 141-155.

FREYHOF, J.; BROOKS, E. **European Red List of Freshwater Fishes**. Luxembourg. Publication Office of the European Union. 2011.

FROESE, R.; PAULY, D. **FishBase. World Wide Web electronic publication**. Disponível em: www.fishbase.org, version (02/2021).

FUNK, S. M.; FIORELO, C. V.; CLEVELAND, S.; GOMPPER, M. E. The role of disease in carnivore ecology and conservation. In: GITTLEMAN, J. L.; FUNK, S. M.; MACDONALD, D. W.; WAYNE, R. K. (Ed). **Carnivore Conservation**. Cambridge: Cambridge University Press, 2001, p. 443-466.

GARAVELLO, J. C.; Diversity of fauna in the interdunal lakes of "Lençóis Maranhenses": II The ichthyofauna. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** 70(4), 1998, p.797 – 803.

GARDA, A. A.; SANTANA, D. J.; SÃO PEDRO V. A. Taxonomic characterization of Paradoxical frogs (Anura, Hylidae, Pseudae): geographic distribution, external morphology, and morphometry. **Zootaxa**, 2666, 2010, p. 1-28.

GARRICK, J. A. F. **Shark of the genus Carcharhinus**. 194p. 445^o ed. NOAA Tech Rep. NMFS Circ., 1982.

GAZONI, T.; LYRA, M. L.; RON, S. R.; STRÜSSMANN, C.; BALDO, D.; NARIMATSU, H.; PANSONATO, A.; SCHNEIDER, R. G.; GIARETTA, A. A.; HADDAD, C. F. B.; PARISE-MALTEMPI, P. P.; CARVALHO, T. R. Revisiting the systematics of the *Leptodactylus melanonotus* group (Anura: Leptodactylidae): Redescription of *L. petersii* and revalidation of its junior synonyms. **Zoologischer Anzeiger**, 290, 2021, p. 117-134.

GÈRY J. 1969. The fresh-water fishes of South America. **Monogr. Biol.**, v.19, 1969, p. 828-848.

GOMES, J. O.; MACIEL, A. O. A new species of *Amphisbaena* Linnaeus (Squamata, Amphisbaenidae) from the state of Maranhão, northern Brazilian Cerrado. **Zootaxa**, 3572, 2012, p. 43-54.

GONÇALVES, F. S.; ALMEIDA, Z. S. Biologia reprodutiva de *Carcharhinus leucas* Valenciennes, 1939 e *Galeocerdo curvier* LeSueur, 1822 (Elasmobranchii, Carcharhinidae) na Área de Proteção Ambiental das Reentrâncias Maranhenses. **Relatório ed.** São Luís, 2002.

GONSIOROSKI, G. Primeiro registro documentado de *Leucophaeus pipixcan* e novos registros de *Stercorarius parasiticus* e *Chlidonias niger* (Charadriiformes) no estado do Maranhão. **Atualidades Ornitológicas**, 180, 2014, p. 14-15.

GONSIOROSKI, G.; BARREIROS, M.; DE LUCA, A. C.; NOGUEIRA, W.; RODRIGUES, E. B.; COSTA, T. V. V.; LIMA, E. L. P.; TORRES, L. G. C. O.; ALTEFF, E. L.; RENNÓ, B.; ARANTES, F.; LEITE, G.; PEDERSOLI, G.; UBAID, F. K. **Aves**. In: DORNAS, R. A. P.; ROLIM, S. G. Fauna de vertebrados do entorno da estrada de ferro Carajás. Belo Horizonte: Editora Rupestre, 2020, p. 125-171.

GROOM, M. J.; MEFFE, G. K.; CARROL, C. R.; *et al.* **Principles of Conservation Biology**. 3 ed. Sunderland, Massachusetts USA, 2006.

GUILHERME, E. **Aves do Acre**. Ed. EDUFAC. Rio Branco, AC, Brazil. 2016.

GUIMARÃES, E. C.; OTTONI, F. P.; DE BRITO, P. S.; PIORSKI, N. M.; NUNES, J. L. S. Range extension of *Gasteropelecus sternicla* (Characiformes) for three coastal river basins of the Eastern Amazon region as well as for the Itacaiunas River drainage of the Tocantins River basin. **Cybium** 41, 2017, p. 72-74.

GUIMARÃES, E. C.; BRITO, P. S.; FEITOSA, L. M.; COSTA, L. F. C.; OTTONI, F. P. A new cryptic species of *Hyphessobrycon* Durbin, 1908 (Characiformes, Characidae) from the Eastern Amazon, revealed by integrative taxonomy. **Zoosystematics and Evolution**, [S. l.], v. 95, n. 2, 2019, p. 345-360. DOI: 10.3897/zse.95.34069.

GUIMARÃES, E. C.; BRITO, P. S.; FERREIRA, B. R. A.; OTTONI, F. P. A new species of *Charax* (Ostariophysi, Characiformes, Characidae) from northeastern Brazil. **Zoosystematics and Evolution** v. 94, n. 1, 2018a, p. 83-93.

GUIMARÃES, E. C.; BRITO, P. S.; FEITOSA, L. M.; CARVALHO-COSTA, L. F.; OTTONI, F. P. A new

species of *Hyphessobrycon* Durbin from northeastern Brazil: evidence from morphological data and DNA barcoding (Characiformes, Characidae). **ZooKeys**, n. 765, 2018b, p. 79-101.

GUIMARÃES, E. C.; OLIVEIRA, R. F. DE; BRITO, P. S. DE; VIEIRA, L. O.; SANTOS, J. P.; OLIVEIRA, E. S.; AGUIAR, R. G.; KATZ, A. M.; LOPES, D. F. C.; NUNES, J. L. S.; OTTONI, F. P. **Biodiversidade, potencialidades ornamentais e guia ilustrado dos peixes da mata itamacaoca, município de Chapadinha-MA**. 2021.

GUIMARÃES, E. C.; OTTONI, F. P.; KATZ, A. M.; BRITO, P.S. Range extension of *Moenkhausia oligolepis* (Günther, 1864) to the Pindaré river drainage, of Mearim river basin, and Itapecuru river basin of northeastern Brazil (Characiformes: Characidae). **International Journal of Aquatic Biology** 4, 2016, p. 202-207.

GUIMARÃES, E. C.; BRITO, P. S.; GONÇALVES F.; CLÉVERSON S.; OTTONI, P. An inventory of Ichthyofauna of the Pindaré River drainage, Mearim River basin, Northeastern Brazil Inventário da ictiofauna da drenagem do rio Pindaré, bacia do rio Mearim, nordeste do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 20, n. 4, 2020.

HEYER, W. R., DONNELLY, M. A., MCDIARMID, R. W., HAYEK, L. C. & FOSTER, M. S. **Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians**. Washington, DC, Smithsonian Institution Press, 1994.

HIJMANS, R. J.; PHILLIPS, S.; LEATHWICK, J.; ELITH, J.; HIJMANS, M. R. J. Package 'dismo'. **Circles**, v. 9, n. 1, 2017, p. 1-68.

HOLANDA, F. M. **Algumas evidências sobre a dinâmica da economia maranhense nos últimos 25 anos**. São Luís: IMESC, 2008, 42 p.

HUBERT, N.; RENNO, J. F. Historical biogeography of South American freshwater fishes. **Journal of Biogeography**, v. 33, 2006, p.1414-1436.

HUMANN, P. E.; DELOACH, N. **Reef fish identification: Florida, Caribbean and Bahamas**. Jacksonville: New World Publications, 2002.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Atlas do Maranhão. Superintendência de Estudos Geográficos e Sócio-Econômicos**. Rio de Janeiro, 1984, 104.

IBGE. **Mapa de biomas do Brasil**. Primeira aproximação, 2004.

ICMBio. Atlas dos Manguezais do Brasil / Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. – Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2018, 176p.

ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Unidades de Conservação**. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros>. 2017.

ICMBIO. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. Brasília, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2018, 4162 p.

ICMBIO/MMA. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume III –Aves**. 1. ed. Brasília, DF: [s.n.], 2018.

ICMBIO/MMA. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume III - Aves. In: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. (Org.). **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. Brasília: ICMBio. 2018, 709 p.

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, Degrad e Queimadas**. São José do Campos: INPE. 2016 Disponível em: <http://www.inpe.gov.br>. Acesso em: 20 jun. 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.

IUCN. **IUCN Red List of Threatened Species. Version 2020-2**, 2020. Disponível em: www.iucnredlist.org.

IUCN. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2014.3. Available at www.iucnredlist.org. 2017.

IUCN. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2021-2. <<http://www.iucnredlist.org>>. Acesso em 03 Setembro 2021.

JANZEN, D. H. Euglossine bees as long-distance pollinators of tropical plants. **Science**, 171(3967), 1971, p. 203-205.

JUNGER, K. H., J. FAIVOVICH, J. M. PADIAL, S.; CASTROVIEJO-FISHER, M. L.; LYRA, B.; VON M.; BERNECK, P. P.; IGLESIAS, P. J. R.; KOK, R. D.; MACCULLOCH, M. T.; RODRIGUES, V. K.; VERDADE, C. P.; TORRES-GASTELLO, J. C.; CHAPARRO, P. H.; VALDUJO, S.; REICHLER, J.; MORAVEC, V.; GVOŽDÍK, L. A. G.; GAGLIARDI-URRUTIA, R.; ERNST, I.; DE LA RIVA, D. B.; MEANS, A. P.; LIMA, J. C.; SEÑARIS, W. C.; WHEELER, C. F. B. H. Systematics of spiny-backed treefrogs (Hylidae: *Osteocephalus*): An Amazonian Puzzle. **Zoologica Scripta**, 42, 2013, p. 351-380.

KRONER, R. E. G.; QIN, S.; COOK, C. N.; KRITHIVASAN, R.; PACK, S. M.; BONILLA, O. D.; CORT-KANSINALLY, K. A.; COUTINHO, B.; FENG, M.; GARCIA, M. I. M.; HE, Y.; KENNEDY, C. J.; LEBRETON, C.; LEDEZMA, J. C.; LOVEJOY, T. E.; LUTHER, D. A.; PARMANAND, Y.; RUÍZ-AGUDELO, C. A.; YERENA, E.; ZAMBRANO, V. M.; MASCIA, M. B. The uncertain future of protected lands and waters. **Science**, v. 364, n. 6443, 2019, p. 881-886.

LASSO-ALCALÁ, O.; NUNES, J. L. S.; LASSO, C.; POSADA, J.; ROBERTSON, R.; PIORSKI, N. M.; TASSELL, J.; GUIARRIZZO, T.; GONDOLO, G. Invasion of the Indo-Pacific blenny (Perciformes, Blennidae) on the Atlantic Coast of Central and South America. **Neotropical Ichthyology**, v. 9, 2011, p. 571-578.

LEÃO, M. D. V.; CARVALHO, T. P.; REIS, R. E.; WOSIACKI, W. B. A new species of *Pseudobunocephalus* Friel, 2008 (Siluriformes: Aspredinidae) from the lower Tocantins and Mearim river drainages, North and Northeast of Brazil. **Zootaxa**, v. 4586, n. 1, 2019, p. 109-126.

LESSA, R. ; BATISTA, V.S.; SANTANA, F.M. Close to extinction? The collapse of the endemic daggernose shark (*Isogomphodon oxyrhynchus*) off Brazil. **Glob. Ecol. Conserv.**

<https://doi.org/10.1016/j.gecco.2016.04.003>. 2016.

LESSA, R. V.; BATISTA, V. S.; ALMEIDA, Z. Occurrence and biology of the Daggernose Shark *Isogomphodon oxyrinchus* (Chondrichthyes: Carcharhinidae) off the Maranhão coast (Brazil). **Bulletin of Marine Sciences**, v. 64, 1999, p. 115-128.

LESSA, R.; SANTANA, F. M.; RINCÓN, G.; GADIG, O. B. F.; EL-DEIR, A. C. A. **Biodiversidade de Elasmobrânquios do Brasil**. Recife: MMA, 1999.

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, n. 4, 2014, p. 317-340.

LIU, C.; WHITE, M.; NEWELL, G. Selecting thresholds for the prediction of species occurrence with presence-only data. **Journal of Biogeography**, v. 40, n. 4, 2013, p. 778-789.

LUCA, A. C.; DEVELEY, P. F.; BENCKE, G. A.; GOERCK, J. M. **Áreas Importantes para a Conservação das Aves do Brasil. Parte II – Amazônia, Cerrado e Pantanal**. São Paulo: Birdlife International e SAVE Brasil, 2009.

LUCENA, C. A. S. Revisão taxonômica das espécies do gênero *Roeboides* grupo- affinis (Ostariophysi, Characiformes, Characidae). **Iheringia, Sér. Zool.**, v. 97, n. 2, 2007, p. 117-136.

LUCENA, C.A.S. Revisão taxonômica e relações filogenéticas das espécies de *Roeboides* grupo – *microlepis* (Ostariophysi, Characiformes, Characidae). **Iheringia, série zoologia**, v.93, n.3, 2003, p. 283-308.

LUNDBERG, J. G.; MALABARBA, L. R. The Stage for Neotropical Fish Diversification: A History of Tropical South American Rivers. In: MALABARBA, L. R. *et al.* (Eds.). **Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1998, p. 603.

MACÊDO, L. A. A. Metropolização na ilha de São Luís e seus impactos sanitários e ambientais. **Revista de Políticas Públicas**, 16, 2012, p. 363-369.

MACIEL, A. O.; HOOGLMOED, M. S. Taxonomy and distribution of caecilian amphibians (Gymnophiona) of Brazilian Amazonia, with a key to their identification. **Zootaxa**, 2984, 2011, p. 1-53.

MAI, A. C. G.; LOEBMANN, D. Guia Ilustrado: Biodiversidade do litoral do Piauí. 1. ed. Sorocaba: **Grafica e Editora Paratodos**, 2010, 272p.

MALABARBA, M. C. S. L. Revision of the Neotropical genus *Triportheus* Cope, 1872 (Characiformes: Characidae). **Neotropical Ichthyology**, v. 2, n. 4, 2004, p. 167-204.

MAPBIOMAS. **Relatório Anual do Desmatamento no Brasil 2020 - São Paulo, Brasil - MapBiomass**, 2021 - 93 p. Disponível em: <http://alerta.mapbiomas.org>.

MARCENIUK, A. P.; BARTHEM, R. B.; WOSIACKI, W. B.; KLAUTAU, A. G. C. de M.; VASKE-JUNIOR, T.; ROTUNDO, M. M.; CORDEIRO, A. P. B.; ROMÃO-JÚNIOR, J. G.; DOS SANTOS, W. C. R.; REIS, T. da S.; MUNIZ, M. R.; CARDOSO, G. S.; VIANA, S. T. F. L. Sharks and batoids (Subclass

Elasmobranchii) caught in the industrial fisheries off the Brazilian North coast. **Rev. Nord. Biol.**, 27: XX-XX. doi.org/10.22478/ufpb.2236-1480.2019v27n1.47112.2019.

MARCENIUK, A. P.; CAIRES, R. A.; WOSIACKI, W. B.; DARIO, F. D. Conhecimento e conservação dos peixes marinhos e estuarinos (Chondrichthyes e Teleostei) da costa norte do Brasil. **Biota Neotropica**, 13(4), 2013, p. 251–259. doi:10.1590/s1676-06032013000400022.

MARINI, M. A.; GARCIA, F. I. Conservação de aves no Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, 2005, p. 95-102.

MARTINS, A. P. B.; FEITOSA, L. M.; LESSA, R. P.; ALMEIDA, Z. S.; HEUPEL, M.; SILVA, W. M.; TCHAICKA, L.; NUNES, J. L. S. Analysis of the supply chain and conservation status of sharks (Elasmobranchii: Superorder Selachimorpha) based on fisher knowledge. **PLoS One**. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0193969>. 2018.

MARTINS, D. C.; ALBUQUERQUE, P. M.; SILVA, F. S.; REBÊLO, J. M. First record of *Aglae caerulea* (Hymenoptera, Apidae, Euglossini) in Brazilian Cerrado east of the Amazon Region, Maranhão State, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, 76(2), 2016, p. 554-556.

MARTINS, D. C.; PEREIRA, R. R. D.; CARVALHO, G. C.; SANTOS-JUNIOR, J. E.; REBÊLO, J. M. M.; ALBUQUERQUE, P. M. C. **Abelhas das Orquídeas (Apidae: Euglossini) em remanescentes florestais na Amazônia Oriental**. Em preparação.

MARTINS-LOUÇÃO, M. A.; BRANQUINHO, C.; SERRANO, H. A Importância da Biodiversidade para o Ecólogo. **Kairos. Journal of Philosophy & Science**, v. 21, n. 1, 2019, p. 72-95.

MATAVELLI, R.; CAMPOS, A. M.; SANTOS, C. L.; ANDRADE, G. V. Anuran community in a Neotropical natural ecotone. **Herpetology Notes**, 12, 2019, p. 1145-1156.

MATAVELLI, R.; CAMPOS, A. M.; VALE, J. DO; PIORSKI, N. M.; POMPEU, P. DOS S. Ichthyofauna sampled with tadpoles in northeastern Maranhão state, Brazil. **Check List**, v. 11, n. 1, 2015, p. 1550.

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, 2010, p. 238-250.

MAZIERO, E., CRUZ, J. C., SILVEIRA, G. L.; MONTEIRO, J. S. Legislação ambiental brasileira: princípios básicos e reflexões no contexto de sustentabilidade. **REGA**, Porto Alegre, 3, 2016, p. 87-98.

MELO, H.; SILVA, A. F. T.; OLÍMPIO, A. P. M.; SOUSA, S. A.; UBAID, F. K. Filling the distribution gaps of two species of *Accipiter* Brisson, 1760 (Aves, Accipitriformes) in northeastern Brazil. **Check List**, v.15, n. 1, 2019, p. 203-207.

MELO-SAMPAIO, P. R.; PASSOS, P.; PRUDENTE, A. L. C.; VENEGAS, P. J.; TORRES-CARVAJAL, O. Systematic review of the polychromatic ground snakes *Atractus snethlageae* complex reveals four new species from threatened environments. **Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research**, 59, 2021, p. 718-747.

MENDES, M. B. P.; MARTINS, A. P. B.; COELHO, G.K.F; PIORSKI, N. M.; NUNES, J.L.S. Non-native mud sleeper *Butis koilomatodon* (Bleeker, 1849) (Perciformes: Eleotridae) in Eastern Amazon Coastal

region: an additional occurrence for the Brazilian coast and urgency for ecological assessment. **Bioinvasion Records**, 6, 2017, p. 111-117.

MENEZES, N. A. Distribuição e origem dos peixes de água doce das grandes bacias fluviais. In: **Polição e Psicultura**. Faculdade de Saúde Pública da USP. Inst. Pesca, CPRN, S.A., 1970, p. 73-77.

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 abr. 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, 2014, p. 121-126.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção**. Brasília: ICMBio/MMA, 2016.

MIRANDA, J. P., COSTA, J. C. L.; ROCHA, C. F. D. Reptiles from Lençóis Maranhenses National Park, Maranhão, northeastern Brazil. **ZooKeys**, 246, 2012, p. 51-68.

MORAES, L. J. C. L., PAVAN, D., BARROS, M. C.; RIBAS, C. C. The combined influence of riverine barriers and flooding gradients on biogeographical patterns for amphibians and squamates in south-eastern Amazonia. **Journal of Biogeography**, 43, 2016, p. 2113-2124.

MORAES, L. J.C.L.; *et al.* Biotic and Landscape Evolution in an Amazonian Contact Zone: Insights from the Herpetofauna of the Tapajós River Basin, Brazil. In: **Neotropical diversification: Patterns and processes**. Springer, Cham, 2020, p. 683-712.

MOURA, D. C.; SCHLINDWEIN, C. Mata ciliar do Rio São Francisco como biocorredor para Euglossini(Hymenoptera: Apidae) de florestas tropicais úmidas. **Neotropical Entomology**, v. 38, 2009, p. 281-284.

MOURA, R. L.; AMADO-FILHO, G. M.; MORAES, F. C.; BRASILEIRO, P. S.; SALOMON, P. S.; MAHIQUES, M. M.; BASTOS, A. C.; ALMEIDA, M. G.; SILVA JR, J. M. ARAUJO, B. F.; ARAUJO, F. P.; RANGEL, T. P.; OLIVEIRA, B. C. V. ; BAHIA, R. G.; PARANHOS, R. P.; DIAS, R. J. S.; SIEGLE, E.; FIGUEIREDO JR., A. G.; PEREIRA, R. C.; LEAL, C. V.; HAJDU, E.; ASP, N. E. ; GREGORACCI, G. B.; NEUMANN-LEITÃO, S.; YAGER, P. L.; FRANCINI-FILHO, R. B.; FRÔES, A.; CAMPEÃO, M.; SILVA, B. S.; MOREIRA, A. P. B.; OLIVEIRA, L.; SOARES, A. C.; ARAUJO, LAIS.; OLIVEIRA, N. L.; TEIXEIRA, J. B.; VALLE, R. A. B.; THOMPSON, C. C.; REZENDE, C. E.; THOMPSON, F. L. An extensive reef system at the Amazon River mouth. **Science Advances**, 2(4), e1501252–e1501252. doi:10.1126/sciadv.1501252. 2016.

MOURE, J. S.; MELO, G. A. R.; FARIA Jr., L. R. R (2012) **Moure's Bee Catalogue**. Disponível em: <http://moure.cria.org.br/catalogue>. Acesso em: 24 Mar. 2018.

MOURE, J. S.; MELO, G. A. R.; FARIA JR., L. R. R. Euglossini Latreille, 1802. In: Moure, J. S., Urban,

D., Melo, G. A. R., editors. **Catalogue of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the neotropical region** [internet]. Curitiba. Available from: <http://www.moure.cria.org.br/catalogue>. 2012.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; DA FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, 403(6772), 2000, p. 853-858.

NACHTIGALL, P. G.; RODRIGUES-FILHO, L. F.; SODRE, D.; VALLINOTO, M.; PINHAL, D. A multiplex PCR approach for the molecular identification and conservation of the Critically Endangered dagger nose shark. **Endangered Species Research**, 32, 2017, p. 169-175.

NEMÉSIO, A. Are orchid bees at risk? First comparative survey suggests declining populations of forest-dependent species. **Brazilian Journal of Biology**, v. 73, 2013, p. 367-374.

NOGUEIRA, C. C.; ARGÔLO, A. J. S.; ARZAMENDIA, V.; AZEVEDO, J. A.; BARBO, F. E.; BÉRNILS, R. S.; BOLOCHIO, B. E.; BORGES-MARTINS, M.; BRASIL-GODINHO, M.; BRAZ, H.; BUONONATO, M. A.; CISNEROS-HEREDIA, D. F.; COLLI, G. R.; COSTA, H. C.; FRANCO, F. L.; GIRAUDDO, A.; GONZALEZ, R. C.; GUEDES, T.; HOOGMOED, M. S.; MARQUES, O. A. V.; MONTINGELLI, G. G.; PASSOS, P.; PRUDENTE, A. L. C.; RIVAS, G. A.; SANCHEZ, P. M.; SERRANO, F. C.; SILVA, N. J.; STRÜSSMANN, C.; VIEIRA-ALENCAR, J. P. S.; ZAHER, H.; SAWAYA, R. J.; MARTINS, M. Atlas of Brazilian Snakes: verified point-locality maps to mitigate the Wallacean shortfall in a megadiverse snake fauna. **South American Journal of Herpetology**, 14, 2020, p. 1-274.

NUNES, A. P.; STRAUBE, F. C.; LAPS, R. R.; POSSO, S. R. Checklist das aves do Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil. **Iheringia - Serie Zoologia**, 107, 2017, p. 1-19.

NUNES, A. R. O. P.; NUNES, J. L. S. The Mystery of *Styracura Schmardae* Stingrays from the Brazilian Amazon Coast. **Examines in Marine Biology & Oceanography**, v. 3, 2020, p. EIMBO.000564.20.

NUNES, D. **Biologia reprodutiva do tubarão rabo seco *Rhizoprionodon porosus* (Poey, 1861), capturado na plataforma continental do estado de Pernambuco**. Trabalho de ed. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1998.

NUNES, J. L. S.; COELHO, K. K. F.; BRITO, R. M. S.; PALMEIRA-NUNES, A. R. O. Impactos das capturas artesanais de elasmobrânquios no litoral amazônico sob a óptica da conservação. pp.18-19. In: **Livro de resumos do II Simpósio Potiguar de Elasmobrânquios (SIMPELAS)**. Natal: Associação Tubarões da Costa. 2019.

NUNES, J. L. S.; PASCOAL, N. G. A.; PIORSKI, N. M. Peixes intertidais do Maranhão. In: Jorge Luz Silva Nunes; Nivaldo Magalhães Piorski. (Org.). **Peixes Marinhos e Estuarinos do Maranhão**. São Luís: Café & Lápis, 2011a, p. 105-124.

NUNES, J. L. S.; PIORSKI, N. M.; SILVEIRA, P. C. A.; ALMEIDA, Z. S. Fisheries Resources Of Ramsar Sites Of The State Of Maranhão (Brazil). In: C. Bilibio; O. Hensel; J. Selbach (Orgs.); **Sustainable water management in the tropics and subtropics and case studies in Brazil**. 2011, p. 893-914. Fundação Universidade Federal do Pampa; Unikassel; PGCult-UFMA.

NUNES, J. L. S.; SILVA, N. K. A.; PIORSKI, N. M. Lista de peixes marinhos e estuarinos do Maranhão. In: Jorge Luz Silva Nunes; Nivaldo Magalhães Piorski. (Org.). **Peixes Marinhos e Estuarinos do Maranhão**. São Luís: Café & Lápis, 2011b, p. 175-196.

OLIVEIRA, E. S.; GUIMARÃES, E. C.; DE BRITO, P. S.; VIEIRA, L. O.; OLIVEIRA, R. F.; CAMPOS, D. S.; KATZ, A. M.; SOUTH, J.; NUNES, J. L. S.; OLIVEIRA, F. P. Ichthyofauna of the mata de itamacaoca, an urban protected area from the upper munim river basin, northern brazilian cerrado. **Biota Neotropica**, v. 20, n. 4, 2020, p. 1-14.

OLIVEIRA, O. M. C.; DE S. QUEIROZ, A. F.; CERQUEIRA, J. R.; SOARES, S. A. R.; GARCIA, K. S.; FILHO, A. P.; MOREIRA, Í. T. A. Environmental disaster in the northeast coast of Brazil: Forensic geochemistry in the identification of the source of the oily material. **Marine Pollution Bulletin**, 160, 111597, 2020.

OLIVEIRA, R. W. S. **Concentração de mercúrio total e avaliação de risco do consumo de peixes comercializados em São Luís, Maranhão**. 49p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia). Departamento de Oceanografia e Limnologia, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2018.

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, p. 347-366.

OLIVEIRA, T. G. D.; 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. de; LIMA, B. C.; FOX-ROSALES, L.; PEREIRA, R. S.; PONTES-ARAÚJO, E.; SOUSA, A. L. A refined population and conservation assessment of the elusive and endangered northern tiger cat (*Leopardus tigrinus*) in its key worldwide conservation area in Brazil. **Global Ecology and Conservation**, v. 22, e00927, 2020.

OLIVEIRA, T. G. de; TRIGO, T. C.; TORTATO, M. A.; ALMEIDA, L. B. de; CAMPOS, C. B.; BEISIEGEL, B. M. *Leopardus tigrinus* (Schreber, 1775). In: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. (Org.). **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Mamíferos**. 1ed. Brasília: ICMBio, v. 2, 2018, p. 344-348.

OLIVEIRA, T. G. Status dos mamíferos no Estado do Maranhão: uma proposta de classificação. **Pesquisa em Foco**, v. 5, 1997, p. 65-82.

OLIVEIRA, T. G.; EMILIANO, E. R.; ROGÉRIO, C. P. Red list assessment of the jaguar in Brazilian Amazonia. **Cat news Red List Assesment**, n.7, 2012, p. 8.

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, V. S. **Caracterização morfológica e distribuição dos anfisbênios (Squamata: Amphisbaenia) da Amazônia brasileira**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Oeste do Pará –UFOPA, 2016.

OLIVER, S.; BRACCINI, M.; NEWMAN, S.J.; HARVEY, E.S.; Global patterns in the bycatch of sharks and rays. **Mar. Policy**, v. 54, 2015, p. 86-97. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpol.2014.12.017>.

OREN, D.C.; ROMA, J. C. Composição e vulnerabilidade da avifauna da Amazônia maranhense, Brasil. In: MARTINS, M. B.; OLIVEIRA, T. G. (Org.). **Amazônia Maranhense: Diversidade e Conservação**. Belém: MPEG, 2011, p. 220-248.

OTTONI, F. P. *Cichlasoma zarskei*, a new cichlid fish from northern Brazil (Teleostei: Labroidei: Cichlidae). **Vertebrate Zoology**, v. 61, n. 3, 2011, p. 335-342, Disponível em: [http://cichlidae.us/wp-content/uploads/pdf/Cichlasoma zarskei.pdf](http://cichlidae.us/wp-content/uploads/pdf/Cichlasoma_zarskei.pdf).

OTTONI, F. P.; HUGHES, R. M.; KATZ, A. M.; RANGEL-PEREIRA, F. S.; BRAGANCA, P. H. N.; FERNANDES, R. S.; PALMEIRA-NUNES, A. R. O.; NUNES, J. L. S.; SANTOS, R. R.; PIORSKI, N. M.; RODRIGUES-FILHO, J. L. Brazilian mangroves at risk. **Biota Neotropica**, v. 21, 2021, p. 1-6.

PAVAN, D. **Assembléias de anfíbios e répteis ao longo da bacia do Rio Tocantins e o impacto do aproveitamento hidrelétrico da região em sua conservação**. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

PAVAN, D. **Diagnóstico da herpetofauna - Estudo de Impacto Ambiental da Usina Hidrelétrica de Estreito**. Relatório técnico–CNEC WorleyParsons Engenharia AS, 2009a.

PAVAN, D. **Diagnóstico da herpetofauna - Estudo de Impacto Ambiental da Usina Hidrelétrica de Castelhanos**. CNEC WorleyParsons Engenharia AS, 2009b.

PAVAN, D. **Diagnóstico da herpetofauna - Estudo de Impacto Ambiental da Usina Hidrelétrica de Ribeiro Gonçalves**. Relatório técnico–CNEC WorleyParsons Engenharia AS, 2009c.

PAVAN, D. **Diagnóstico da herpetofauna - Estudo de Impacto Ambiental da Usina Hidrelétrica de Uruçui**. Relatório técnico–CNEC WorleyParsons Engenharia AS, 2009d.

PAVAN, D. **Diagnóstico da herpetofauna - Estudo de Impacto Ambiental da Usina Hidrelétrica de Cachoeira**. Relatório técnico–CNEC WorleyParsons Engenharia AS, 2009e.

PAVAN, D. **Diagnóstico da herpetofauna - Estudo de Impacto Ambiental da Usina Termoeletrica de Parnaíba**. Relatório Técnico –ERM/ MPX, 2010.

PAVAN, D. **Diagnóstico da herpetofauna - Estudo de Impacto Ambiental da Usina Hidrelétrica de Marabá**. Relatório técnico–CNEC WorleyParsons Engenharia AS, 2011.

PAVAN, D. **Levantamento da herpetofauna do Parque Estadual do Mirador**. Relatório Técnico –ERM/ MPX, 2015.

PAVAN, D.; NASCIMENTO, H. **Programa de monitoramento do meio biótico da usina termoeletrica Porto Itaqui-São Luís – MA**. Subprograma de monitoramento da fauna terrestre – Herpetofauna. São Luís, 2015.

PAVAN, D. **Programa De Monitoramento Do Meio Biótico Da Usina Termoeletrica Porto Do Itaqui – São Luís-MA**. Relatório Técnico –ERM/ MPX, 2016.

PAYAN, E.; OLIVEIRA, T. G. de. *Leopardus tigrinus*, Northern Tiger Cat. **The IUCN Red List of Threatened Species**: 2016, p. 1-16.

PAZ, A. C.; ALMEIDA, Z. S. **Alimentação dos Tubarões Galeocerdo curvier e Carcharhinus leucas na Área de Proteção Ambiental das Reentrâncias Maranhenses**. Relatório ed. São Luís, 2002.

PEGADO, T.; BRABO, L.; SCHMID, K.; SARTI, F.; GAVA, T. T.; Nunes, J. L. S.; CHELAZZI, D.; CINCINELLI, A.; GUIARRIZZO, T. Ingestion of microplastics by *Hypanus guttatus* stingrays in the Western Atlantic Ocean (Brazilian Amazon Coast). **Marine Pollution Bulletin**, 162. 111799, 2021.

PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMES, A. (Organizadores). **Biologia marinha – 2a ed.** – Rio de Janeiro: editora Interciência, 2009, 631p.

PERRINGS, C.; NAEEM, S.; AHRESTANI, F.; BUNKER, BURKILL, P.; CANZIANI, G.; WEISSER, W. Ecosystem services for 2020. **Science**, 330 (6002), 2010, p. 323-324.

PERUQUETTI, R. C.; CAMPOS, L. A. O.; COELHO, C. D. P.; ABRANTES, C. V.M.; LISBOA, L. C. O. Abelhas Euglossini (Apidae) de áreas de Mata Atlântica: abundância, riqueza e aspectos biológicos. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 16, n. 2, p. 1999, p. 101-118.

PESTANA, D.; SANTOS, D. M. S.; CARVALHO-NETA, R. N. F. Alterações morfológicas em brânquias de *Oreochromis niloticus* (Pisces, Cichlidae) como biomarcadores de poluição aquática na Laguna da Jansen, São Luís-MA (Brasil). **Bioscience Journal**, v. 30, 2014, p. 1213-1221.

PHILLIPS, S. **A Brief Tutorial on Maxent**. AT&T Research, 2006, p. 107-135. Disponível em: http://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/.

PHILLIPS, S. J.; DUDÍK, M.; SCHAPIRE, R. E. **Maxent software for species habitat modeling**. Version 3.3.3k. 2007. Disponível em: <https://www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent/>.

PIACENTINI, V. Q.; ALEIXO, A.; AGNE, C. E.; MAURÍCIO, G. N.; PACHECO, J. F.; BRAVO, G. A.; BRITO, G. R. R.; NAKA L. N.; OLMOS, F.; POSSO, S.; SILVEIRA, L. F.; BETINI, G. S.; CARRANO, E.; FRANZ, I.; LEES, A. C.; LIMA, L. M.; PIOLI, D.; SCHUNCK, F.; AMARAL, F. R.; BENCKE, G. A.; COHN-HAFT, M.; FIGUEIREDO, L. F. A.; STRAUBE, F. C.; CESARI, E. Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee/Lista comentada das aves do Brasil pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 23, n. 2, 2015, p. 91-298.

PINHEIRO, L. V. S.; CERQUEIRA, P. V.; LEITE, G. A.; FIALHO, M. S.; GONSIOROSKI, G. First documented record of *Leucopternis melanops* (Latham, 1790) (Aves: Accipitridae) in the state of Maranhão and update of the geographic distribution of this species in Brazil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais**, Belém, v. 16, n. 1, 2021, p. 131-143.

PIORSKI, N. M.; CASTRO, A. C. L.; PINHEIRO, C. U. B. A prática da pesca entre grupos indígenas das bacias dos rios Pindaré e Turiaçu, no Estado do Maranhão, Nordeste do Brasil. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 16, 2003, p. 67-74.

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.

PIRES, E.; MORGADO, L.; SOUZA, B.; CARVLHO, C. F.; NEMÉSIO, A. Community of orchid bees (Hymenoptera: Apidae) in transitional vegetation between Cerrado and Atlantic Forest in southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 73, n. 3, 2013, p. 507-513.

POLLOM, R.; CHARVET, P.; FARIA, V.; HERMAN, K.; LASSO-ALCALA, O.; MARCANTE, F.; NUNES, J.; RINCON, G.; KYNE, P.M. *Isogomphodon oxyrhynchus*. **The IUCN Red List of Threatened Species 2020**: e.T60218A3094144. 2020a.

POLLOM, R.; CHARVET, P.; CARLSON, J.; DERRICK, D.; FARIA, V.; LASSO-ALCALA, O.M.; MARCANTE, F.; MEJIA-F ALLA, P. A.; NAVIA, A. F.; NUNES, J.; PEREZ J. J. C.; RINCON, G.; DULVY, N. K. *Carcharhinus porosus*. **The IUCN Red List of Threatened Species 2020**: e.T144136822A3094594. 2020b.

PONTES, R. C.; MATTEDI, C. An unexpected record of *Teratohyla midas* (Lynch and Duellman, 1973) for Brazil reveals the presence of glassfrogs in the Brazilian northern lowlands (Anura: Centrolenidae). **Check List**, 9, 2013, p. 1590-1591.

POUNDS, J. A.; FOGDEN, M. P. L.; CAMPBELL, J. H. Biological response to climate change on a tropical mountain. **Nature**, 398, 1999, p. 611-615.

PRUDENTE, A. L. C.; SARMENTO, J. F. M.; AVILA-PIRES, T. C. S.; MASCHIO, G.; STURARO, M. J. How Much Do We Know about the Diversity of Squamata (Reptilia) in the Most Degraded Region of Amazonia? **South American J. of herpetology**, v. 13, n. 2, 2018, p. 117-131.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. **QGIS geographic information system (version 3.16.3)**. Open Source Geospatial Foundation Project. 2021. Disponível em: <http://qgis.osgeo.org>.

QUARTAROLI, C. F.; de MIRANDA, E. E.; HOTT, M.; VALLADARES, G. Classificação e quantificação das terras do Estado do Maranhão quanto ao uso, aptidão agrícola e condição legal de proteção. **Embrapa Territorial-Documentos (INFOTECA-E)**. 2008.

QUEIRÓZ, E. L.; REBOUÇAS, S. C. **Tubarão quem tu és?** Salvador-Bahia: Gráfica da UFBA, 1995.

R CORE TEAM. 2021. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <http://www.R-project.org/>.

RAMALHO, W. P.; VIANA, F.; BENEVIDES, R.; SILVA, E. P.; ALVES-SILVA, R. First Record of *Lithobates palmipes* (Spix, 1824) (Anura, Ranidae) for the State of Piauí, Northeastern Brazil. **Herpetology Notes**, 4, 2011, p. 249-251.

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, 2014, p. 1-8.

RATTER J.; RIBEIRO, J. F.; BRIDGEWATER, S. The Brazilian Cerrado Vegetation and Threats to its Biodiversity. **Annals of Botany**, v. 80, 1997, p. 223-23.

REBÊLO, J. M. M. **História Natural das Euglossíneas. As abelhas das orquídeas**. Lithograf, São Luís, 2001.

REBÊLO, J. M. M., GARÓFALO, C. A. Comunidades de machos de Euglossini (Hymenoptera: Apidae) em matas semidecíduas do nordeste do estado de São Paulo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 26(2), 1997, p. 243-255.

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, 1999, p. 389-401.

REIS, R. E.; ALBERT, J. S.; DI DARIO, F.; Mincarone, M. M.; Petry, P.; Rocha, L. A. Fish biodiversity and conservation in South America. **Journal of fish biology**, v. 89, n. 1, 2016, p. 12-47.

REIS, R.E.; KULLANDER, S.O.; FERRARIS JR, C.J. **Check List of Freshwater Fishes of South and Central America**. Porto Alegre: EDIPUCRS. 2003. 742 p.

REIS-FILHO, R. E.; ALBERT, J. S.; DI DARIO, F.; *et al.* Fish biodiversity and conservation in South America. **Journal of fish biology**, v. 89, n. 1, 2016, p. 12-47.

REVENGA, C.; IAN, C.; CAMPBELL; ABELL, R.; VILLIERS, P.; BRYER, M. Prospects for monitoring freshwater ecosystems towards the 2010 targets. **Philosophical Transactions of The Royal Society B** 360: 397413, 2005.

RIBEIRO, M. F. R.; PIORSKI, N. M.; ALMEIDA, Z. DA S. DE; NUNES, J. L. S. Fish aggregating known as moita, an artisanal fishing technique performed in the Munim river, State of Maranhão, Brazil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 40, n. 4, 2014, p. 677-682.

RIBEIRO-JÚNIOR, M. A.; AMARAL, S. Catalogue of distribution of lizards (Reptilia: Squamata) from the Brazilian Amazonia. III. Anguidae, Mabuyidae, Teiidae. **Zootaxa**, 5, 2016, p. 401-430.

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, 2015, p. 1-110.

RIBEIRO-JÚNIOR, M.A. Catalogue of distribution of lizards (Reptilia: Squamata) from the Brazilian Amazonia. II. Gekkonidae, Phyllodactylidae, Sphaerodactylidae. **Zootaxa**, v. 398, n. 1, 2015, p. 1-55.

RINCON, G.; PEREIRA, K.; SANTOS, C. E.; WOSNICK, N.; NUNES, A. R. O. P.; LEITE, R.; ARAUJO, Y.; SILVA, I.; SILVA, A.; NUNES, JORGE L. S. Notes on the occurrence and gender-based morphological aspects of *Potamotrygon motoro* (Elasmobranchii: Potamotrygonidae) in the complex of the Viana lake system- Maranhão, Brazil. **Revista Nordestina de Biologia**, 27, 2019, p. 100-119.

RISSLER, L. J.; APODACA, J. J. Adding more ecology into species delimitation: ecological niche models and phylogeography help define cryptic species in the black salamander (*Aneides flavipunctatus*). **Systematic Biology**, v. 56, n. 6, 2007, p. 924-942.

ROCHA, L. A.; BOWEN, B. W. Speciation in coral-reef fishes. **Journal of Fish Biology**, v. 72, n. 5, 2008, p. 1101-1121.

RODRIGUES F. L. F. S.; FEITOSA, L. M.; NUNES, J. L.S.; PALMEIRA, A. R.O; MARTINS, A. P. B.; GIARRIZZO, T.; SALES, J. B. de L. Molecular identification of ray species traded along the Brazilian Amazon coast. **Fisheries Research**, 223, 105407. doi:10.1016/j.fishres.2019.105407. 2020.

RODRIGUES, C. A. L.; CARVALHO, I. F. DA S.; COSTA, J. F.; *et al.* Etnoconhecimento dos pescadores artesanais de Santo Amaro - Maranhão: aspectos relacionados à pesca e biologia da ictiofauna de valor comercial na região. **Revista Arquivos Científicos (IMMES)**, v. 4, n. 1, 2021, p. 97-106.

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.

SANCHEZ, L. H. **Avaliação de impacto ambiental: Conceitos e métodos**. 3 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2020, 496p.

SANTOS, M. C. F.; COELHO P. A. Crustáceos exóticos reproduzindo em águas costeiras do Nordeste do Brasil. **Boletim Técnico Científico**. CEPENE, 15 (1), 2007, p. 57-61.

SARAIVA, A. C. S.; ABREU, J. M. S.; OTTONI, F. P.; PIORSKI, N. M. A new species of Loricaria (Siluriformes: Loricariidae) from the Turiaçu River basin, Eastern Amazon region, Brazil. **Zootaxa**, v. 4915, n. 3, 2021, p. 424-434.

SCHERER-NETO, P., STRAUBE, F. C., CARRANO, E. & URBEN-FILHO. A. 2011. **Lista das aves do Paraná**: edição comemorativa do "Centenário da Ornitologia do Paraná (Hori Cadernos Técnicos Ed.).

SEGALLA, M. V.; BERNECK, B. VON M.; CANEDO, C.; CARAMASCHI, U.; CRUZ, C. A. G.; GARCIA, P. C. A.; GRANT, T.; HADDAD, C. F. B.; LOURENÇO, A. C. C.; MÂNGIA, S.; MOTT, T.; NASCIMENTO, L. B.; TOLEDO, L. F.; WERNECK, F. P.; LANGONE, J. A. List of Brazilian Amphibians. **Herpetologia Brasileira** 10, 2021, p. 121-216.

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, p. 912.

SILVA, A. F. T.; MELO, H. R. S.; UBAID, F. K. First records of Buff-fronted Owl, *Aegolius harrisii* (Cassin, 1849) (Aves, Strigiformes), from the state of Maranhão, northeastern Brazil, and the northernmost record for the Cerrado domain. **Check List**, v. 17, n. 2, 2021, p. 353-358.

SILVA, D. L. B. **Turismo em unidades de conservação: contribuições para a prática de atividades turísticas sustentáveis no Parque nacional dos lençóis maranhenses**. 206f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável, área de concentração em Política e gestão ambiental) - Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília: UnB. Brasília, 2008.

SILVA, E. R. **Taxonomia e distribuição dos cirripédios (crustacea, cirripedia) da Ilha de São Luís, Maranhão - Brasil**. Monografia apresentada ao departamento de Biologia da Universidade Federal do Maranhão. São Luis - MA, 61p. 1998.

SILVA, F. S.; REBÊLO, J. M. M. Euglossine Bees (Hymenoptera: Apidae) of Buriticupu, Amazonia of Maranhão, Brazil. **Acta Amazonica**, v. 29, 1999, p. 587-599.

SILVA, I. R.; PEREIRA, L. C. C.; GUIMARÃES, D. O.; TRINDADE, W. N.; ASP, N. E.; COSTA, R. M. Environmental status of urban beaches in São Luís (Amazon coast, Brazil). **Journal of Coastal Research**; 56, 2009, p. 1301-1305.

SILVA, J. M. C. Birds of the Cerrado region, South America. **Steenstrupia**, v. 21, n. 2, 1995, p. 69-92.

SILVA, J. M. C.; RYLANDS, A. B.; FONSECA, G. A. B. The fate of the Amazonian areas of endemism. **Conservation Biology**, 19, 2005, p. 689-694.

SILVA, T. M.; MEDEIROS, A. N.; DE OLIVEIRA, R. L.; GONZAGA NETO, S.; RIBEIRO, M. D.; BAGALDO, A. R.; RIBEIRO, O. L. Peanut cake as a substitute for soybean meal in the diet of goats. **Journal Animal Science**, 93 (6), 2015, p. 2998-3005.

SILVEIRA, G. C.; FREITAS, R. F.; TOSTA, T. H. A.; RABELO, L. S.; GAGLIANONE, M. C.; AUGUSTO, S. C. The orchid bee fauna in the Brazilian savanna: do forest formations contribute to higher species diversity? **Apidologie**, v. 46, 2015, p. 197-208.

SILVEIRA, L. F. *Psophia obscura* Pelzeln, 1857. In: **Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade**. (Org.). Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume III - Aves. Brasília: ICMBio. 2018, p. 133-135.

SILVEIRA, L. F., & UEZU, A. Checklist das aves do Estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, 11(1), 2011, p. 83-110.

SOARES, E. C. **Peixes do Mearim**. São Luís: Instituto GEIA; 2005.

SOLAR, R. R. C.; CHAUL, J. C. M.; MAUÉS, M.; SCHOEREDER, J. H. A Quantitative Baseline of Ants and Orchid Bees in Human-Modified Amazonian Landscapes in Paragominas, PA, Brazil. **Sociobiology**, v. 63, 2016, p. 925.

SOUZA, F. P. W. M. Costa de manguezais de macromaré da Amazônia: Cenários morfológicos, mapeamento e quantificação de áreas usando dados de sensores remotos. **Revista Brasileira de Geofísica**, 23, 2005, p. 427-435.

SRH/MMA. **Ecorregiões aquáticas do Brasil**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente /Secretaria de Recursos Hídricos. 2005.

STORCK-TONON, D.; MORATO, E.F.; MELO, A. W. F.; OLIVEIRA, M. L. Orchid Bees of forest fragments in Southwestern Amazonia. **Biota Neotropica**, v. 13, 2013, p. 133-141.

STOTZ, D. F.; FITZPATRICK, J. W.; PARKER III, T. A.; MOSKOVITS, D. K. **Neotropical birds: Ecology and conservation**. University of Chicago Press, Chicago, 1996.

STURARO, M. J.; RODRIGUES, M. T.; COLLI, G. R.; KNOWLES, L. L.; ÁVILA-PIRES, T. C. S. Integrative taxonomy of the lizards *Cercosaura ocellata* species complex (Reptilia: Gymnophthalmidae). **Zoologischer Anzeiger**, 275, 2018, p. 37-65.

SURVIVAL INTERNACIONAL. Awá: Earth's most threatened tribe. **Survival Internacional**. Disponível em: <https://www.survivalinternational.org/awa>. Acesso em: 26 jun. 2019.

SZPILMAN, M. **Tubarões no Brasil: guia prático de identificação**. Rio de Janeiro, Brasil, 2004.

TOSTA, T. H. A.; SILVEIRA, G. C.; SCHIAVINI, I.; SOFIA, S. H.; AUGUSTO, S. C. Using short-term surveys and mark–recapture to estimate diversity and population size of orchid bees in forest formations of the Brazilian savanna. **Journal of Natural History**, v. 51, 2017, p. 391-403.

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, 2008, p. 12-15.

TRINDADE, W. N.; PEREIRA, L. C. C.; GUIMARÃES, D. O.; SILVA, I. R.; COSTA, R. M. The effects of sewage discharge on the water quality of the beaches of São Luis (Maranhão, Brazil). **Journal of Coastal Research**, v. SI 64, 2011, p. 1425-1429.

TURAK, E.; LINKE, S. Freshwater conservation planning: an introduction. **Freshwater Biology**, 56, 2011, 1-5.

UNEP-WCMC, IUCN. **Protected Planet: The World Database on Protected Areas (WDPA) and World Database on Other Effective Area-based Conservation Measures (WD-OECM)** [Online], 2021, Cambridge, UK: UNEP-WCMC and IUCN. Disponível em: www.protectedplanet.net.

VACHER, J. P.; CHAVE, J.; FICETOLA, F.; SOMMERIA-KLEIN, G.; TAO, S.; THÉBAUD, C.; BLANC, M.; CAMACHO, A.; CASSIMIRO, J.; COLSTON, T. J.; DEWYNTER, M.; ERNST, R.; GAUCHER, P.; GOMES, J. O.; JAIRAM, R.; KOK, P. J. R.; LIMA, J. D.; MARTINEZ, Q.; MARTY C.; NOONAN, B. P.; NUNES, P. M. S.; OUBOTER, P.; RECODER, R.; RODRIGUES, M. T.; SNYDER, A.; SOUZA S. M.; FOUQUET, A. Large-scale DNA-based survey of frogs in Amazonia suggests a vast underestimation of species richness and endemism. **Journal of Biogeography**, 47, 2020, p. 1781-1791.

VALERO, K. C. W.; MARSHALL, J. C.; BASTIAANS, E.; CACCONE, A.; CAMARGO, A.; MORANDO, M.; NIEMILLER, M. L.; PABIJAN, M.; RUSSELLO, M. A.; SINERVO, B.; WERNECK, F. P.; SITES, J. W., JR, WIENS, J. J.; STEINFARTZ, S. P. mechanisms and genetics of speciation in reptiles and amphibians. **Genes**, 10, 2019, p. 646.

VARI, R.P. The Curimatidae, a lowland Neotropical fish family (Pisces: Characiformes); distribution, endemism, and phylogenetic biogeography. In: W.R. Heyer.; P.E Vanzolini, P. E. (Eds). **Proceedings of a Workshop on Neotropical Distribution Patterns**. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, 1988, p. 343-377.

VIELLIARD, J. M. E.; SILVA, W. R. Nova metodologia de levantamento quantitativo da avifauna e primeiros resultados do interior do Estado de São Paulo, Brasil. In: **Anais do IV Encontro Nacional de Anilhadores de Aves**. Recife, 1990, p. 117-151.

VILLASANTE, S.; LOPES, P. F. M.; COLL, M. The role of marine ecosystem services for human well-being: Disentangling synergies and trade-offs at multiple scales. **Ecosystem Services**, 17, 2016, p. 1-4. doi:10.1016/j.ecoser.2015.10.022.

WEITZMAN, S.H.; WEITZMAN, M. J. Biogeography and evolutionary diversification in Neotropical freshwater fishes, with comments on the refuge theory. In: Prance, G.T. (Ed.). **Biological Diversification in the Tropics**. Nova Iorque: Columbia University, 1982, Press. p. 403-422.

WHELAN, C. J.; ŞEKERCIOĞLU, Ç. H.; WENNY, D. G. Why birds matter: from economic ornithology to ecosystem services, **Journal of Ornithology**, v. 156, n.1, 2015, p. 227-238.

WHELAN, C. J.; WENNY, D. G.; MARQUIS, R. J. Ecosystem services provided by birds. **Annals of the New York academy of sciences**, v.1134, n.1, 2008, p. 25-60.

WIEDMANN, S. M. P. Legislação referente à fauna silvestre. In: Machado ABM.; Drummond GM, Paglia AP. (Ed.). **Livro vermelho da fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. 1 ed. – Brasília, DF: MMA; Belo Horizonte, MG: Fundação Biodiversitas, 2v. (1420 p.): il.- (Biodiversidade; 19), 2008, p. 71-89.

WIKIAVES (2021). **WikiAves, a Enciclopédia das Aves do Brasil**. Disponível em: <http://www.wikiaves.com.br/>. Acesso em: 31 maio 2021.

WOSNICK, N.; NIELLA, Y.; HAMMERSCHLAG, N.; CHAVES, A. P.; HAUSER-DAVIS, R.; ROCHA, R.; JORGE, M. B.; OLIVEIRA, R.; NUNES, J. Negative metal bioaccumulation impacts on systemic shark health and homeostatic balance. **Marine Pollution Bulletin**, v. 168, 2021, p. 112398.

WOSNICK, N.; PALMEIRA, A. R. O.; NUNES, JORGE L. S. E-letter – Pinocchiland: the role of the Brazilian Amazonian coast in elasmobranch conservation. **SCIENCE**, v. 334, 2019a, p. 1-1.

WOSNICK, N.; NUNES, A. R. O. P.; FEITOSA, L. M.; COELHO, K. K. F.; BRITO, R. M. S.; MARTINS, A. P. B.; RINCON, G.; NUNES, J. L. S. Revisão sobre a diversidade, ameaças e conservação dos Elasmobrânquios do Maranhão. In: José Max Barbosa de Oliveira Júnior; Lenize Batista Calvão. (Org.). **Tópicos Integrados de Zoologia**. 1ed.Ponta Grossa: Atena Editora, v. 1, 2019b, p. 44-54.

ZAYED, A. Bee genetics and conservation. **Apidologie**, v. 40, 2009, p. 237-262.

DIVERSIDADE FAUNÍSTICA DO MARANHÃO: AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO, ÁREAS PRIORITÁRIAS, AMEAÇAS E RECOMENDAÇÕES DE AÇÕES PARA SUA CONSERVAÇÃO

DO ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO DO ESTADO DO MARANHÃO (ZEE-MA) - ETAPA BIOMA CERRADO E SISTEMA COSTEIRO (RELATÓRIO TÉCNICO)

INSTITUIÇÕES:

IMESC SEPLAN

GOVERNO DO
MARANHÃO



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DO
MARANHÃO



FUNDAÇÃO DE APOIO
AO ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO



CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Embrapa



UFMA
Universidade Federal do Maranhão

Acesse:

zee.ma.gov.br