

SUBSÍDIOS À CONSTRUÇÃO DE UMA CARTOGRÁFICA GEOECOLÓGICA E BIOGEOGRÁFICA DA DISTRIBUIÇÃO DOS REGISTROS DE REPRESENTANTES DOS FILOS ARTHROPODA E CHORDATA (REINO ANIMALIA) NO CENTRO DE ENDEMISMO BELÉM, AMAZÔNIA ORIENTAL

Subsidies for the construction of a geoecological and biogeographic cartography of the distribution of records of representatives of the phyla arthropoda and chordata (kingdom animalia) in the center of endemism Belém, Eastern Amazon

Subsidios para la Construcción de una Cartografía Geoecológica y Biogeográfica de Distribución de Registros de Representantes de los Filos Arthropoda e Chordata (Reino Animalia) en el Centro de Endemismo de Belém, Amazônia Oriental

Ana Katarina Diniz Santos¹
Nicollas Silva Mendes²
Edilane Medeiros dos Santos³
Luiz Jorge Bezerra da Silva Dias⁴

RESUMO

A pesquisa trata dos desafios de conservação e estudos biogeográficos na Amazônia brasileira, com foco no Centro de Endemismo Belém (CEB). Destacam-se ameaças como desmatamento, expansão agropecuária e mudanças climáticas, evidenciando disparidades na preservação florestal entre municípios. A análise histórica destaca a influência de ciclos agrícolas e planejamentos deficientes. Estudos recentes ressaltam os impactos duradouros da degradação pelas mudanças nos padrões de uso do solo. Esta pesquisa propõe uma abordagem sistêmica, utilizando a perspectiva geoecológica para analisar a biodiversidade animal (filos *Arthropoda* e *Chordata*) no CEB. A metodologia envolve a coleta de dados, elaboração de mapas de densidade de registros de espécies e formulação de proposições para conservação. Os resultados revelam uma concentração significativa de registros próximos às capitais São Luís e Belém, indicando a necessidade de análises mais detalhadas em outras áreas. A discussão destaca a fragmentação florestal, a importância de corredores ecológicos e desafia áreas prioritárias para conservação.

Palavras-chave: Cartografia Temática. Biodiversidade. Planejamento Biorregional. Amazônia Oriental.

ABSTRACT

The research addresses conservation challenges and biogeographic studies in the Brazilian Amazon, focusing on the Belém Endemism Center (CEB). Threats such as deforestation, agricultural expansion and climate change stand out, highlighting disparities in forest preservation between municipalities. Historical analysis highlights the influence of agricultural cycles and poor planning. Recent studies highlight the lasting impacts of degradation due to changes in land use patterns. This research proposes a systemic approach, using a geoecological perspective to analyze animal biodiversity (phyla *Arthropoda* and *Chordata*) in the CEB. The methodology involves collecting data, preparing density maps of species records and formulating conservation propositions. The results reveal a significant concentration of records close to the capitals São Luís and Belém, indicating the need for more detailed analyzes in other areas. The discussion highlights forest fragmentation, the importance of ecological corridors and challenges priority areas for conservation.

Keywords: Thematic Cartography. Biodiversity. Bioregional Planning. Eastern Amazon.

¹Universidade Estadual do Maranhão (UEMA); E-mail: ana.katarina1509@gmail.com

²Universidade Federal do Maranhão (UFMA); E-mail: nicollas60@gmail.com

³Universidade Federal do Maranhão (UFMA); E-mail: edilane-medeiros@hotmail.com

⁴Universidade Estadual do Maranhão (UEMA); E-mail: luizjorgedias@professor.uema.br

RESUMEN

La investigación aborda desafíos de conservación y estudios biogeográficos en la Amazonía brasileña, con foco en el Centro de Endemismo de Belém (CEB). Se destacan amenazas como la deforestación, la expansión agrícola y el cambio climático, resaltando las disparidades en la preservación de los bosques entre municipios. El análisis histórico destaca la influencia de los ciclos agrícolas y la mala planificación. Estudios recientes destacan los impactos duraderos de la degradación debido a los cambios en los patrones de uso de la tierra. Esta investigación propone un enfoque sistémico, utilizando una perspectiva geoecológica para analizar la biodiversidad animal (phyla *Arthropoda* y *Chordata*) en la CEB. La metodología implica recopilar datos, preparar mapas de densidad de registros de especies y formular propuestas de conservación. Los resultados revelan una concentración significativa de registros cerca de las capitales São Luís y Belém, lo que indica la necesidad de análisis más detallados en otras áreas. La discusión destaca la fragmentación de los bosques, la importancia de los corredores ecológicos y desafía las áreas prioritarias para la conservación.

Palabras clave: Cartografía temática. Biodiversidad. Planificación Biorregional. Amazonia oriental.

1. INTRODUÇÃO

Amazônia brasileira, conhecida por sua vastidão e diversidade, vem enfrentando desafios significativos em relação à conservação biogeográfica, cabendo direcionar especial atenção à área de endemismo Belém. Destacam-se as ameaças iminentes representadas pelo desmatamento, expansão da agropecuária e monocultura, apontando para disparidades preocupantes na preservação florestal entre diferentes municípios.

O Centro de Endemismo Belém (CEB) está situado no leste da Amazônia e é identificado como o menor entre os centros de endemismos. Suas fronteiras se estendem da zona leste do Pará, ao longo do Rio Tocantins, até a zona oeste do Maranhão, margeando o Rio Pindaré. Sua área abrange aproximadamente 247.635,44 km² (SANTOS, 2024). A configuração climática pertence à zona A (tropical chuvoso), conforme as categorizações de Köppen, com altitudes oscilando entre 200 e 300 metros, abrangendo os depósitos geológicos predominantemente do Cretáceo ao Mioceno, conforme descrito por Almeida e Vieira (2010).

Contudo, para nível desta pesquisa, adota-se a proposta cartográfica elaborada por Dias et al. (2023). Os autores consideram dados posteriores às propostas de Almeida et al. (2014), remetendo aos documentos do Zoneamento Ecológico-Econômico para os Estados do Tocantins e Maranhão, abrangendo os limites do Bioma Amazônia no oeste maranhense e extremo norte do Tocantins. O levantamento da fauna pelo ZEE-MA demonstra o potencial da sua diversidade na Amazônia Maranhense e assume que os rios não, necessariamente, constituem barreiras biogeográficas, dado caráter de ecótono no CEB (CATUNDA, DIAS, 2019). A evidente homogeneidade de uso somada a severa divisão entre Cerrado e Amazônia por ocorrência elementos morfoestruturais próprios da região.

Segundo Almeida e Vieira (2010), O CEB emerge como área crítica, enfrentando desmatamento irregular e fragmentação florestal. A presença de Unidades de Conservação e Terras Indígenas oferece esperança, mas as pressões antrópicas persistem. O Corredor Ecológico da Zona Costeira e o Vale do Gurupi evidenciam a importância de uma abordagem integrada.

Almeida et al. (2014), indicam que a implementação de políticas de conservação ainda não conseguiu deter a degradação ambiental, especialmente em centros urbanos como Salinópolis e Cedral. Esses locais apresentam índices alarmantes de desmatamento, contrastando com esforços de conservação em municípios como Centro Novo do Maranhão e Paragominas.

Ab'Sáber (2004), por sua vez, faz uma crítica contundente à falta de planejamento adequado na abertura da rodovia Transamazônica, apontando para a irresponsabilidade dos tomadores de decisão, que elaboraram propostas predatórias e inadequadas em termos de recursos naturais. Ele destaca o desajuste entre regiões geoecológicas e geoeconômicas, enfatizando a concentração industrial em espaços específicos, o que dificulta sua reversão. Ademais, o autor exemplifica isso com o caso da metade norte do Brasil, onde Belém do Pará historicamente controlou as exportações da Amazônia durante o período extrativista, enquanto São Luís (MA) assumiria uma importância secundária ao longo do século XX (DIAS, CATUNDA, 2019).

Rousseau et al. (2014) aborda a sensibilidade da identificação da macrofauna do solo a partir de grandes grupos taxonômicos em relação ao histórico de uso do solo, os autores ressaltam que a intensidade de uso do solo na Amazônia Oriental resultou na redução da abundância e riqueza de predadores, indicando mudanças significativas no funcionamento do solo. Os resultados evidenciam um efeito duradouro da degradação do solo sobre a macrofauna, afetando suas funções ecológicas.

Em estudo sobre os efeitos das mudanças climáticas em aves endêmicas do CEB, Moraes (2019) constata que esses táxons endêmicos enfrentarão significativa redução em suas áreas adequadas até 2050. Essas espécies, dependentes de ambientes florestais, já experimentam acentuada diminuição em suas áreas de ocorrência, resultado do considerável desmatamento na região. Para compreender a distribuição das espécies na região, Recoder (2011) propõe estratégias biogeográficas, como a Análise de Parcimônia de Áreas de Endemismo (PAE), e por conseguinte busca-se na presente pesquisa analisar os dados

disponíveis de biodiversidade animal (filos *Chordata* e *Arthropoda*) em plataformas sobre a biodiversidade e suas inter-relações com os padrões de uso e cobertura do Centro de Endemismo Belém.

Em suma, a conservação biogeográfica na Amazônia, especialmente na área de endemismo Belém, exige uma abordagem holística e colaborativa. É essencial que os governos, organizações não governamentais, comunidades locais e a sociedade em geral trabalhem juntos para proteger esse importante ecossistema. Somente assim poderemos garantir a preservação da rica diversidade biológica da região e promover a sustentabilidade regional e global.

Ante o exposto, esta produção visa a análise de dados obtidos em plataformas relacionadas à salvaguarda de subsídios a trabalhos com biodiversidade, com o intuito de averiguar a sua incorporação nas estratégias de planejamento biorregional para a conservação de áreas. Ou seja, busca-se analisar os dados disponíveis de biodiversidade animal para os filos *Chordata* e *Arthropoda* no repositório de biodiversidade online CRIA/SpeciesLink e suas inter-relações com os padrões de uso e cobertura do Centro de Endemismo Belém.

A partir do uso de softwares livres, serão avaliados aos estratos de regionalização de registros, bem como a proposição de novas áreas prioritárias à conservação. Somam-se a isso, a necessidade de posterior indicação de iniciativas para a avaliação da integridade dos ambientes naturais remanescentes para sua classificação em áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade e do patrimônio cultural a ela associado.

2. METODOLOGIA

A presente pesquisa se compreende como de cunho quantitativo, isto é, uma abordagem metodológica que envolve a coleta e análise de dados numéricos para entender fenômenos, comportamentos ou padrões. Essa metodologia é caracterizada pelo uso de técnicas estatísticas e matemáticas para interpretar os resultados (MUSSI *et. al.*, 2019).

Na perspectiva sistêmica, a paisagem é percebida como uma realidade posta, ou seja, uma realidade objetiva. Nesse contexto, a paisagem é resultante de uma interconexão dinâmica e maleável entre os elementos constituintes, englobando fatores físico-naturais e sociais. Para a perspectiva sistêmica, essa dinâmica é única em cada segmento do espaço, conferindo à paisagem uma natureza singular, indivisível e sujeita a mudanças contínuas

(LOPES, 2012).

A proposta geoecológica apresentada por Dias et. al (2017) sugere uma abordagem metodológica para análise dos ambientes naturais, considerando escalas geossistêmicas, ecológicas e cartográficas. Essa abordagem correlaciona domínios de natureza e biomas permitindo avaliações analíticas para entender as suscetibilidades ecodinâmicas, contribuindo para o planejamento e ordenamento territorial.

Nesse aspecto de caráter metodológico e conceitual, é possível correlacionar as escalas geossistêmica (ou geográfica), com a ecológica e a cartográfica. Assim, para efeitos de toda a pesquisa, regiões naturais (escala geográfica) e ecorregiões (escala ecológica) ou centros de endemismo são considerados sinônimos. Convém salientar que a escala de trabalho adotada para os produtos cartográficos da pesquisa foi definida em 1:250.000 consoante aos estudos de táxons geossistêmico baseados na teoria de Bertrand (2004).

Os dados de ocorrência foram obtidos a partir de pesquisa realizada no repositório de biodiversidade CRIA/SpeciesLink. Foram aplicados filtros para delimitação de registros de representantes dos filos *Atrhopoda* e *Chordata*, restritos aos limites dos Estados do Maranhão, Pará e Tocantins, e para as classes de cada filo ocorrentes na área de busca.

No Excel, os dados foram organizados em oito colunas (filo, classe, ordem, família, gênero, espécie, latitude e longitude). Esses dados foram então importados para o ambiente de Sistemas de Informações Geográficas (QGIS Desktop 3.28.6) como shapefiles, para extrair ocorrências terrestres usando um mapa base do recorte cartográfico das áreas dos três estados brasileiros (Maranhão, Pará e Tocantins) que compõem o CEB para qualificação dos dados disponíveis na plataforma. A ferramenta “Recortar” foi empregue para o destaque daqueles registros limitados ao perímetro do CEB.

Mapas de densidade de registros foram confeccionados a partir das entradas vetoriais de pontos de ocorrência e seus respectivos rasters de saída. Os rasters foram gerados pelo índice de densidade de Kernel, onde a densidade é calculada com base no número de pontos em um local, com números maiores de pontos agrupados resultando em valores maiores. Os mapas de calor permitem fácil identificação de pontos de acesso e agrupamento de pontos.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Classificação dos seres vivos

A história da taxonomia, a ciência da classificação dos seres vivos, é marcada por eventos significativos que moldaram nossa compreensão da diversidade da vida e sua evolução ao longo do tempo. Um desses momentos definidores ocorreu em 1735, quando Carolus Linnaeus introduziu seu sistema classificatório abrangente em sua obra *Systema Naturae*. Ele não se limitou apenas à classificação, mas também procurou unificar a descrição e a nomenclatura das espécies. Seu método, baseado em características taxonômicas anatômicas, fisiológicas e comportamentais, estabeleceu uma estrutura hierárquica que organizava os seres vivos em gêneros, famílias, ordens, classes e filos. Essa estrutura proporcionou uma maneira sistemática de entender e descrever a vasta diversidade da vida na Terra (BROWN, LOMOLINO, 2006).

No entanto, a classificação biológica evoluiu ao longo do tempo para incorporar informações de diversas disciplinas, conforme observado por Brown e Lomolino (2006). A taxonomia tornou-se subjetiva, e novos métodos, como a taxonomia numérica proposta na década de 1960, surgiram na tentativa de tornar o processo de classificação mais objetivo e quantitativo.

Um desafio contemporâneo na definição de espécies reside na necessidade de aplicar critérios que englobem tanto organismos vivos quanto fósseis. Portanto, a evolução da classificação biológica reflete não apenas os avanços científicos, mas também a adaptação dos métodos diante das complexidades da natureza. A compreensão em constante aprimoramento das relações entre os organismos impulsiona a busca por critérios mais abrangentes, levando a uma classificação mais precisa e contextualizada na era moderna da biologia.

3.2 Evolução dos estudos biogeográficos

A distribuição das espécies na Terra é influenciada por uma série de fatores, como destacado por Silva (2011). As barreiras geográficas desempenham um papel fundamental na diversificação das espécies em áreas específicas, levando à adaptação a ambientes particulares e à coevolução com outros organismos. Embora existam condições ecológicas favoráveis em várias regiões, muitas espécies habitam áreas relativamente pequenas, muitas vezes restritas a um único continente.

O conceito de área de endemismo (AE), conforme discutido por Silva (2011), é

crucial para compreender a distribuição das espécies. Uma área de endemismo é definida pela combinação das áreas de distribuição de táxons endêmicos, que ocorrem exclusivamente em uma região específica. Essas áreas são frequentemente utilizadas como critério na escolha de locais para conservação da biodiversidade, fundamentadas em métodos biogeográficos que buscam compreender os padrões de distribuição espacial dos organismos e sua formação.

A jornada histórica da biogeografia reflete a transição de concepções estáticas para uma compreensão dinâmica e evolutiva da Terra, sua vida e seus padrões de distribuição. Destacam-se figuras importantes como Carolus Linnaeus, Comte de Buffon, Charles Lyell e os naturalistas Sclater e Wallace. Após Linnaeus, esses pensadores introduziram ideias como a mutabilidade de climas e espécies, o uniformitarismo e a classificação biogeográfica do mundo em regiões. Leon Croizat marcou a transição do paradigma dispersalista para o vicariante, que continua influente até hoje (FIGUEIRÓ, 2012).

A aceitação da teoria da deriva continental na década de 1960 revolucionou a biogeografia histórica, levando a uma revisão profunda das explicações para padrões de distribuição. Além disso, nas décadas de 1960 e 1970, houve tentativas de reintegrar a Biogeografia à Geografia, como na proposta geossistêmica de Viktor Sochava e George Bertrand (FIGUEIRÓ, 2012).

A busca por uma compreensão integrada do espaço reflete os desafios crescentes dos sistemas socioambientais, mas heranças conceituais limitam sua contribuição para enfrentar os problemas geográficos contemporâneos. Em um mundo globalizado, compreender a dinâmica que sustenta a vida na Terra torna-se estratégico para a sobrevivência humana, destacando a Biosfera como um espaço de relevância geográfica.

3.3 Biogeografia na Amazônia

Menin (2007) explora as razões para a abundância de espécies na região Neotropical, abordando duas principais categorias de explicações: fatores ecológicos e históricos. A diversidade biológica é atribuída à ampla variedade de habitats, desde desertos áridos até florestas tropicais, presentes na América do Sul, América Central e sul do México.

A bacia Amazônica, com sua vasta extensão, é notada pela elevada diversidade biológica, a floresta Amazônica, rica em espécies de plantas, aves, mamíferos e peixes de água doce, evidencia uma biota diversificada, inclusive com grupos derivados de ancestrais

marinhos (MENIN, 2007).

A complexidade da história geológica da região amazônica nos últimos 20 milhões de anos é destacada como um desafio na reconstrução dessas relações demandando abordagens mais flexíveis (SILVA, GARDA, 2010). A região não é homogênea, apresentando distintas áreas de endemismo, fundamentais para análises biogeográficas históricas. As oito áreas de endemismo identificadas para vertebrados terrestres, borboletas e plantas vasculares indicam congruência espacial, embora a unidade biogeográfica da Amazônia permaneça em debate, evidenciando relações históricas complexas e ciclos de dispersão e especiação.

As áreas de endemismo na Amazônia apresentam extensões bastante variadas, indo desde a menor, Belém, com 201.541 km², até a maior, Guiana, com 1.700.532 km². As demais áreas têm tamanhos específicos: Imeri (679.867 km²), Napo (508.104 km²), Inambari (1.326.684 km²), Rondônia (675.454 km²), Tapajós (648.862 km²) e Xingu (392.468 km²). Silva e Garda (2010) comentam sobre a utilização de métodos filogenéticos na reconstrução dos padrões de relações históricas entre áreas de endemismo na Amazônia. Diferentes estudos - ora conduzidos por pesquisadores como Prum, Amorim, Cracraft, Bates, Camargo, e Pedro - indicam que algumas áreas de endemismo na Amazônia estão mais relacionadas a áreas de outras regiões sul-americanas do que entre si (CARVALHO, 2011; SILVA, 2013).

No debate sobre os processos de produção de espécies, intercâmbio biótico e extinção em massa, o estudo comparativo, realizado por Silva et al. (2005), dos seis grandes biomas brasileiros sugere que a produção de espécies teve papel fundamental na formação da biota amazônica e da Floresta Atlântica, enquanto o intercâmbio biótico foi mais relevante no Pantanal. É mencionada a dificuldade de avaliar a contribuição do processo de extinção em massa na diversidade atual da Amazônia, destacando evidências de maior diversidade de plantas na região no Mioceno em comparação com a atualidade.

A “teoria dos refúgios,” proposta por Haffer (1982), sugere que durante os períodos glaciais, a floresta amazônica foi dividida em refúgios isolados, promovendo a diferenciação de espécies. Contudo, essa teoria foi questionada nas últimas décadas devido a estudos geológicos que revelaram a dinâmica da Amazônia durante o Terciário, evidências paleoecológicas inconsistentes e estudos moleculares indicando antiguidade das espécies. A descoberta da dinâmica mais complexa da paisagem amazônica no passado e a antiguidade das espécies levaram a reavaliações. A filogeografia, centrada nas relações entre populações de uma mesma espécie, tornou-se uma abordagem promissora. Exemplos de estudos com aves

e rãs venenosas revelam padrões complexos de diversificação e dispersão, apontando para eventos vicariantes mais antigos como fundamentais na formação das espécies amazônicas. As flutuações climáticas do Quaternário, embora relevantes globalmente, tiveram papel limitado na diferenciação das espécies amazônicas em vista da topografia suave da Amazônia e as grandes populações das espécies que as tornaram menos propensas a se diferenciarem em resposta a barreiras temporárias, ao contrário de regiões com topografia complexa, como os Andes (ANJOS, 2010).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do filtro de busca denominado “Classe”, na plataforma SpeciesLink, foram levantados dados de representantes de um total de 12 grupos pertencentes ao filo *Chordata* e 9 para *Arthropoda*, dentro dos limites dos Estados do Maranhão, Pará e Tocantins, abrangendo os níveis taxonômicos de subfilo, superclasse, classe e subclasse. Os registros acatam um intervalo de tempo compreendido entre os anos de 1800 e 2022. A classe *Pisces* – vertebrados não amnióticos e não tetrápodes – representa 67,8% dos registros de *Chordata*, destes 86,5% são de *Actinopterygii*, isto é, peixes de nadadeiras raiadas. O grupo com mais registros entre os *Arthropoda* é o de *Hexapoda*, composto pela classe *Insecta* e demais hexápodes, com 62.681 e 19.682 registros respectivamente, sendo 97,4% do total.

Ao recorte da área abrangida pelo CEB cabem 6.957 de registros de *Chordata* e 25.251 para *Arthropoda* passíveis de georreferenciamento. Dos 32.208 registros dos dois fillos no CEB, 66% possuem coordenadas originais consistentes que, de acordo com as definições da plataforma Species Link, são aquelas registradas pelo provedor de dados. Os registros por município contabilizam 24,16%, são aqueles que possuem coordenadas geográficas calculadas por um aplicativo com base nos dados do município (sede municipal) adotado pelo IBGE. Os registros com inconsistência geográfica abrangem os dados de localidade que não são consistentes com as coordenadas geográficas registradas pelo provedor de dados, entre os artrópodes, estima-se 5,21% de registros suspeitos, enquanto entre os cordados há 26,17%.

Os registros foram providos por 42 instituições em 89 coleções distintas. O total para os dois fillos se divide em 212 famílias, com 1.522 gêneros e cerca de 2.140 espécies identificadas. A apuração dos dados aponta para representantes de 10 grupos de *Chordata*, sendo um destes pertencente aos *Urochordata* (*Larvacea*), e 8 grupos de *Arthropoda*. Os

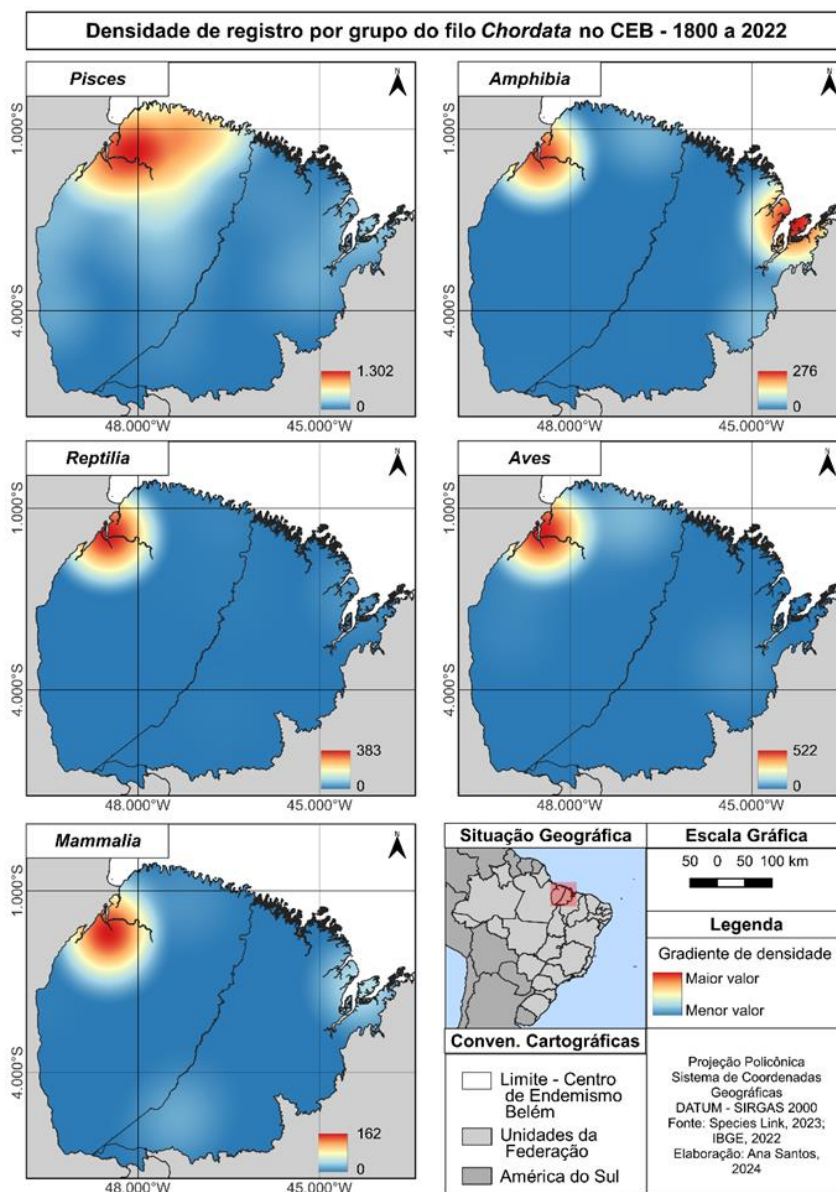
grupos com maior quantitativo de registros no perímetro do CEB são *Actinopterygii* compondo 63,1% dos cordados e *Insecta* como 95,4% dos artrópodes.

As figuras 1 e 2 apresentam os mapas de densidade de Kernel, que expressam a distribuição do total de registros para os filos *Arthropoda* e *Chordata* no CEB, que representam 29,8% e 12% do total para os três Estados respectivamente. São observadas manchas apontando para maiores densidades de registros nas proximidades das capitais de São Luís - MA e Belém - PA.

São postos em evidência expressivos 64,35% de todos os registros de ambos os filos dentro de um raio de 70km de cada uma das duas sedes. A partir da sede de São Luís, limitando-se a frações dos territórios de Cedral a noroeste, Palmeirândia a leste, Santa Rita ao sul e Cachoreira Grande a sudeste, o raio constata 11.807 registros. Destes, 94,4% são do filo *Arthropoda*. Já partindo de Belém até o Norte com Colares, a Leste com Inhangape, e ao Sul com Moju, são observados 8.922 registros, sendo 71% representados também pelo filo *Arthropoda*.

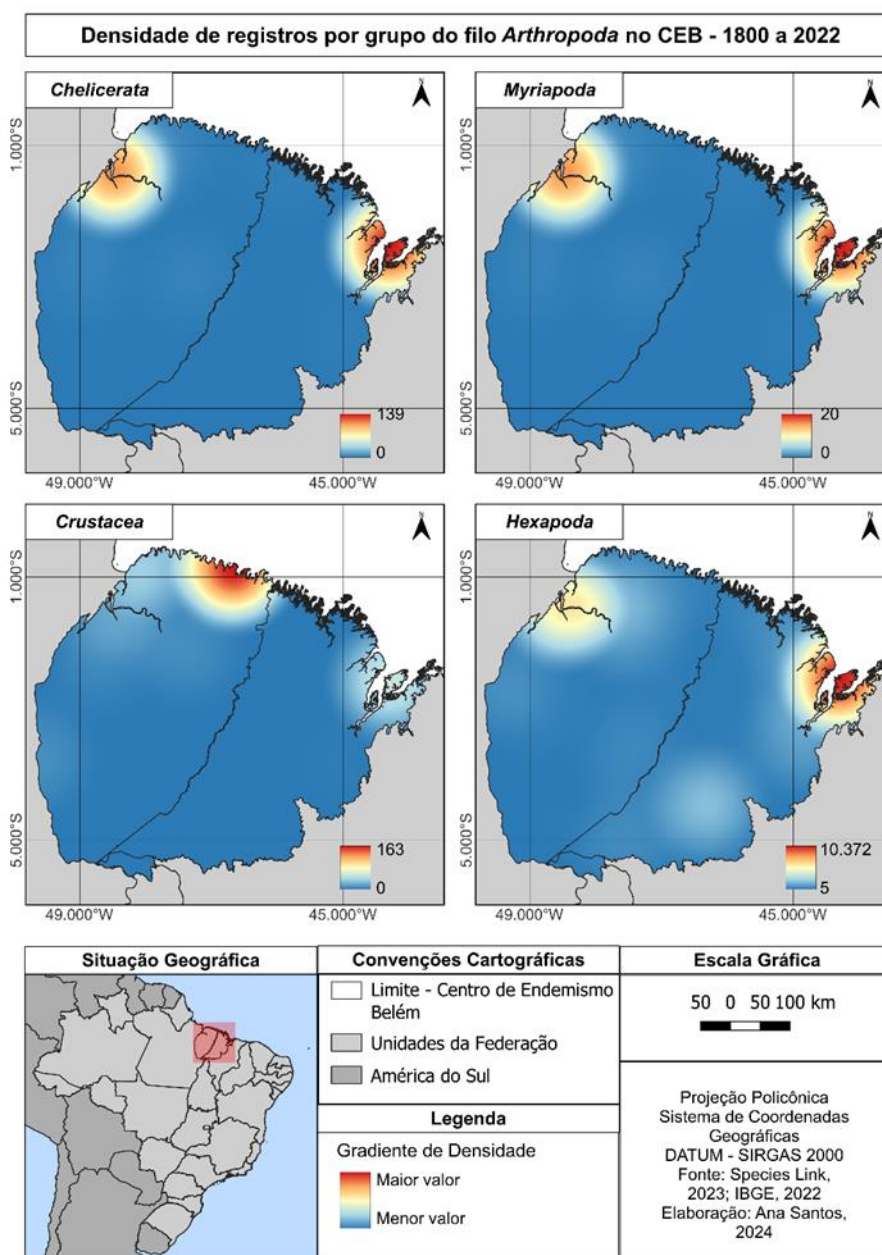
Ao leste, cerca de 1.333 registros ocupam uma parcela da Baixada Maranhense. A Sudeste do CEB, ao redor da sede municipal de Buriticupu, 1.918 pontos formam outra significativa área de congruência. Uma última congregação expressiva é observada mais ao centro do referido perímetro. Cerca de 1.251 registros abarcam a área central.

Figura 1 - Mapa de Densidade do filo Chordata – 1800 a 2022 no Centro de Endemismo Belém, Amazônia Oriental.



Fonte: Elaboração Própria (2024).

Figura 2 - Mapa de Densidade do filo Arthropoda – 1800 a 2022 no Centro de Endemismo Belém, Amazônia Oriental.



Fonte: Elaboração Própria (2024).

O grupo *Pisces*, dentro do CEB, é composto por 5 classes de animais não amnióticos e não tetrápodes. A distribuição dos componentes do grupo *Actinopterygii* é abrangente, eles representam 89,69% dos registros dos peixes no CEB. Em seguida vem os *Osteichthyes* é o segundo grupo de peixes mais registrado, com 8,99%, cerca dos 1% restantes se divide entre outro grupo de peixes ósseos, os *Acinopteri*, e duas classes de cartilaginosos. Os peixes

denominados *Chondrichthyes* abrangem a subclasse dos *Elasmobranchii*, dentro do perímetro do CEB.

A classe *Amphibia* é caracterizada pelos não amniotas tetrápodes, e representam 647 registros, onde 84,2% se dispõem nas proximidades das duas capitais. Outras duas manchas discordam do padrão dominante, uma ao norte, relacionada a Reserva Extrativista Marinha do Maracanã, e outra mais a sudeste, junto ao município de Bacabal.

De 446 exemplares de *Reptilia*, 382 concentram-se nas vizinhanças da sede de Belém. A classe *Aves*, por sua vez, não apresenta discordâncias ao padrão de distribuição para o filo. São 700 registros de aves no CEB, onde 571 se aglutinam em um raio de 70km da sede de Belém-PA. Ao Norte, a segunda maior área de concentração se encontra entre as sedes de Quatipuru e Capanema, com 86 registros. A segunda maior área de concentração abrange a parte sul da Baixada Maranhense, com 38 registros.

Os pontos de ocorrência da classe *Mammalia* se aglomeram, principalmente, sobre quatro áreas ao longo do perímetro do recorte supracitado. São exatos 177 registros dentro do raio de 70km da capital do Pará e 47 em torno da sede de São Luís.

A partir da Figura 2 o quantitativo de ocorrência de *Chelicerata* e *Myriapoda* aparecem quase que exclusivamente dentro dos raios de 70km do entorno das duas capitais, isto é, 94% - em um universo amostral de 268 registros – dos *Chelicerata* concentram-se nas proximidades das duas sedes e 21 dos 22 registros de *Myriapoda* restringem-se às proximidades de Belém. Quanto à *Crustacea*, cerca de 163 de 299 registros se encontram nos arredores da Reserva Extrativista Marinha do Maracanã.

Ocorrências do grupo *Hexapoda*, embora apontem para considerável grau de centralização nas proximidades das sedes (69,4%), também evidenciam abrangência em áreas distintas, ao sul, se contabilizam cerca de 1.915 registros aos municípios de Arame, Buriticupu e Bom Jesus das Selvas. Enquanto a principal área de consonância de pontos de *Arthropoda* se compreende na nos entornos da sede de São Luís-MA, a maior incidência de para o total de *Chordata* toma o rumo oposto, nas proximidades de Belém-PA.

Os dados totais apurados apresentam qualificação satisfatória quanto a precisão das coordenadas para georreferenciamento, com 9,7% de coordenadas suspeitas. Contudo, mais da metade dos pontos de ocorrência com inconsistência pertencem ao grupo *Chordata*, que, por sua vez, compõem quase quatro vezes menos incidências que os *Arthropoda*.

Houve um aumento significativo no número de registros ao longo de mais de 200

anos. Os resultados demonstram um interesse longínquo quanto a catalogação da fauna na área hoje abrangida pelo Centro de Endemismo Belém. Estudos pretéritos já apontavam para o aumento significativo e desenfreado das pressões antrópicas no bioma Amazônia, remetendo a meados do século XX (AB'SABER, 2004). Dias *et. al.* (2023) falam do crescimento significativo em proporções de tamanho e quantidade de fragmentos florestais, o que ressalta a necessidade eminente em incorporar o debate sobre perda de habitats e desconectividade entre grandes massas verdes e seus reflexos na permanência e equilíbrio da biodiversidade nas agendas públicas voltadas à conservação local.

Nogueira *et. al.* (2009) ressaltam a relevância da consideração de dados ambientais e de espécies de variados grupos taxonômicos e suas restrições ecológicas e filogenéticas individuais, para a identificação de áreas prioritárias à conservação e à avaliação do desempenho de áreas pré-existent no cumprimento de suas metas. Contudo, a espacialização dos registros no recorte referente ao CEB promove certa decepção no tocante a disparidade na distribuição de coletas. As Unidades de conservação e Terras Indígenas abrangidas pelos limites do CEB contém juntas exatos 7.653 registros de *Arthropoda* e *Chordata*, isto é, 23,76% do total. No Mosaico Gurupi, composto pelos maiores e mais íntegros conjuntos de remanescentes de ecossistemas amazônicos do CEB, dispões apenas de 77 registros predominantemente dos representantes do filo *Athropoda*.

Korman (*apud* VALERI, SENÔ, 2004) trata sobre a fragmentação florestal e a importância dos corredores ecológicos na conservação biológica a partir das teorias da biogeografia de ilhas e da dinâmica de metapopulações, sendo a última baseada na conectividade entre populações distribuídas. A influência negativa da fragmentação é destacada, causando danos aos habitats naturais, efeitos de borda e isolamento.

Destaca-se a interdependência entre vegetação e fauna, e sua relação na cadeia alimentar onde a fragmentação cria barreiras à dispersão de organismos entre os fragmentos. Nesse viés, os corredores ecológicos são apresentados como estratégias conservacionistas. Suas funções incluem atuar como habitat, condutor para a migração de espécies, filtro/barreira e fonte/sumidouro para dinâmicas populacionais. Sendo sua implementação e manejo cabíveis de discussão.

Zimbres (2016) destaca a importância dos Corredores Ecológicos, especialmente as Áreas de Preservação Permanente (APPs), na conservação da biodiversidade no Brasil. Esses corredores, frequentemente localizados ao longo de corpos d'água, conectam diferentes

habitats, facilitando a movimentação das espécies entre áreas fragmentadas e promovendo migração, dispersão e reprodução. A autora baseia-se em estudos empíricos para ressaltar o papel positivo desses corredores, enfatizando a necessidade de larguras de APPs maiores do que as previstas por lei para garantir a diversidade biológica.

Além disso, destaca a importância de considerar outros fatores, como a configuração da paisagem e sua qualidade, na preservação efetiva dos corredores. A avaliação do uso de corredores ecológicos em uma paisagem fragmentada no sul da Amazônia pela comunidade de mamíferos revela a importância dos remanescentes florestais ripários na preservação da biodiversidade e no equilíbrio funcional dos ecossistemas. No entanto, a eficácia desses corredores está intimamente ligada à qualidade estrutural desses recursos remanescentes, destacando a necessidade de corredores largos e bem preservados para manter a diversidade biológica.

A conectividade entre os blocos Gurupi e Araiboia pelos cursos d'água da Bacia do Rio Pindaré é destacada no ZEE-MA (2019). É apontada a concepção de planejamento biorregional na defesa à criação de corredores ecológicos para manter a biodiversidade, além de valorizar os serviços ecossistêmicos locais. Nas zonas ripárias da Bacia do Pindaré, a ampliação do ambiente favorece a preservação de comunidades de mamíferos e aves. O reconhecimento das conectividades é fundamental para a proteção, recuperação e restauração ambiental, especialmente diante dos atuais impactos ambientais na região, como processos erosivos e assoreamento nos cursos fluviais da Bacia do Pindaré, indicando a ausência de equilíbrio ecodinâmico nesses ambientes drenados (ZEE-MA, 2019).

Cabe destacar que aumento intensivo no número de registros ao longo do período de amostragem, não significam o ideal amparo às necessidades para o acúmulo de conhecimento sobre a distribuição de espécies na região biogeográfica. Isto é, a coleta de exemplares atinge a maioria massiva de registros entre os anos de 2012 e 2018 comparados aos primeiros 60 anos a partir de 1800, contudo, mais da metade dos registros concentram-se em raios de 70km das sedes das duas capitais.

Demais áreas de significativa consonância de pontos, destoantes daquelas circundantes às duas capitais, devem ser analisadas com mais afinco. Faz-se necessário o confrontamento dos pontos de ocorrência a nível de classe. Isto é, a coerência de registros de cada classe em comparação com os dados de classes de uso e cobertura, assim como a aplicação de índices de diversidade animal afim de serem acumulados subsídios para

consolidação de proposições para conservação no Centro de Endemismo Belém.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Centro de Endemismo Belém (CEB) possui 6.957 registros georreferenciáveis para *Chordata* e 25.251 para *Arthropoda*. Dentre os 32.208 registros no CEB, 66% têm coordenadas consistentes como definido pela plataforma Species Link. A distribuição geográfica dos registros revela concentrações próximas às capitais São Luís e Belém. As disparidades de registros são observadas não apenas espacialmente, mas entre os filos e entre classes dentro dos mesmos.

A fragmentação florestal e a importância de corredores ecológicos são discutidas, destacando desafios e áreas prioritárias para conservação na região. O aumento significativo de registros ao longo dos anos reflete o interesse histórico na catalogação da fauna, mas a concentração próxima às capitais revela a necessidade de análises mais detalhadas em outras áreas para embasar propostas de conservação no CEB.

Portanto, a conservação biogeográfica na Amazônia, especialmente no Centro de Endemismo Belém, exige esforços conjuntos, considerando não apenas a extensão, mas a qualidade das áreas preservadas. O manejo efetivo das unidades de conservação, o apoio às comunidades indígenas, a restauração de áreas degradadas e a criação de corredores de biodiversidade são passos cruciais para reverter o passivo ambiental deixado por décadas de ocupação desordenada. Essas medidas não apenas salvaguardarão a rica diversidade biológica local, mas também contribuirão para a sustentabilidade regional e global.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. **A Amazônia: Do Discurso à Práxis**. Ed.2. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.

ALMEIDA A. S.; VIEIRA, I. C. G.; BARROS, M. N. R.; ROCHA, D. P. N. Área de endemismo Belém e Xingu: configuração e espacialização do uso da terra e da cobertura vegetal. In: Thaise Emilio; Flávio Luizão. (Org.). **Cenários para Amazônia: clima, biodiversidade e uso da terra**. 1ed. Manaus: INPA, 2014, v., p. 57-66.

ALMEIDA, A. S.; VIEIRA, I. C. G. **Centro de Endemismo Belém: status da vegetação remanescente e desafios para a conservação da biodiversidade e restauração ecológica**. REU, Sorocaba, v.36, n.3, p.95-111, dez. 2010. Disponível em: <https://periodicos.uniso.br/reu/article/view/501>. Acesso em: 20 de janeiro de 2024.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global: Esboço Metodológico. **R. RA'E GA**, Curitiba, n. 8, p.141-152, 2004. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v8i0.3389>. Acesso em: 19 de janeiro.

BROWN, J. H.; LOMOLINO, M. V. **Biogeografia**. Ed. 2. Ribeirão Preto: FUNPEC Editora, 2006.

CARVALHO, C. J. B. Áreas de endemismo. In: CARVALHO, C.J.B; ALMEIDA, E.A.B (orgs.). **Biogeografia da América do Sul**: padrões & processos. São Paulo: Roca, 2011. p. 41-51.

CATUNDA, P. H. A.; DIAS, L. J. B. S (orgs.). **Sumário Executivo do Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Maranhão** – Escala 1:250.000 (Bioma Amazônico). São Luís: IMESC/UEMA, 2019. 493 p.

DIAS, L. J. B.; COSTA, G. C.; FERREIRA, L. M.; COSTA, A. P.; GUIMARÃES, E. C.; OLIVEIRA, T. G. de. Evolução da dinâmica das pressões antropogênicas sobre paisagens naturais do Centro de Endemismo Belém, Amazônia Oriental. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 24, n. 96, p. 212–233, 2023. doi: 10.14393/RCG249668694.

DIAS, L. J. B.; TEIXEIRA, W.; SILVA, J. C.; SOUSA, J. S. Vulnerabilidades morfoclimáticas no Bioma Amazônia no Estado do Maranhão: orientações ao Zoneamento Ecológico-Econômico regional. In: SEABRA, G. (org.). **Educação Ambiental**: natureza, biodiversidade e sociedade. Ituiutaba: Barlavento, 2017. p. 461-472.

FIGUEIRÓ, A. S. Diversidade geo-bio-sociocultural: a biogeografia em busca dos seus conceitos. **Revista GEONORTE**, v.4, n.4, p.57-77, jun. 2012. Disponível em: <https://www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/1902>. Acesso em: 18 de janeiro de 2024.

DIAS, L. J. B.; CATUNDA, P.H.A. (orgs.). **Zonificação do território**: etapa Bioma Amazônico. São Luís: IMESC, 2019. 142 p.

LOPES, J. G. As especificidades de análise do espaço, lugar, paisagem e território na geográfica. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v.16, n.2, p.23-30, maio/ago. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/223649947332>. Acesso em: 15 de janeiro.

MENDES, N. S.; SANTOS, E. M.; REIS, B. M. C. B; COSTA, A. P.; DIAS, L. J. B. S. O Centro de Endemismo Belém sob a perspectiva da ecodinâmicas. In: CORRÊA, A.C.B; LIRA, D. R.; CAVALCANTI, L. C. S.; SILVA, O. G.; SANTOS, R. S. (orgs). **Mudanças ambientais e as transformações da paisagem no Nordeste Brasileiro**. Ananindeua: Itacaiúnas, 2024. p. 187-200.

MORAES, K. F. **O efeito das mudanças climáticas sobre as aves endêmicas do centro de endemismo Belém**. Dissertação (mestrado em ecologia) – Pós Graduação em Ecologia. Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará, Belém, 2019.

MUSSI, R. F. de F., MUSSI, L. M. P. T., ASSUNÇÃO, E. T. C., & NUNES, C. P. (2020).

Pesquisa Quantitativa e/ou Qualitativa: distanciamentos, aproximações e possibilidades. **Revista Sustinere**, 7(2), 414–430. <https://doi.org/10.12957/sustinere.2019.41193>.

NOGUEIRA, C.; VALDUJO, P. H.; PAESE, A.; NETO, M. B. R.; MACHADO, R. B. Desafios para a identificação de áreas para conservação da biodiversidade. **Megadiversidade**, v.5, n.1-2, p.43-53, dez. 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/235575758_Desafios_para_a_identificacao_de_areas_para_conservacao_da_biodiversidade. Acesso em: 15 de janeiro de 2024.

ROUSSEAU, G. X.; SILVA, P. R. S.; CELENTANO, D.; CARVALHO, C. J. R. Macrofauna do solo em uma cronosequência de capoeiras, florestas e pastos no Centro de Endemismo Belém, Amazônia Oriental. **Acta Amazonica**, v.44, n.4, p.499-512, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-4392201303245>. Acesso em: 15 de dezembro de 2024.

SANTOS, E. M.; MENDES, N. S.; OLIVEIRA, P. L. C.; DIAS, L. J. B. S. Compreensão do Centro de Endemismo Belém, Amazônia Oriental, através de ferramentas de sensoriamento remoto. In: CORRÊA, A. C. B.; LIRA, D. R.; CAVALCANTI, L. C. S.; SILVA, O. G.; SANTOS, R. S. (orgs). **Mudanças ambientais e as transformações da paisagem no Nordeste Brasileiro**. Ananindeua: Itacaiúnas, 2024. p. 2.546-2.558.

SILVA, J. M. C.. Áreas de endemismo, corredores de biodiversidade e a conservação da Amazônia. In: PERES, C.A.; BARLOW, J.; GARDNER, T. A.; VIEIRA, I.C.G. (orgs.). **Conservação da biodiversidade em áreas antropizadas no Brasil**. Curitiba: Ed. UFPR, 2013. p. 505-513.

SILVA, J. M. C.; GARDA, A. A. Padrões e processos biogeográficos na Amazônia. In: Claudio José Barros de Carvalho & Eduardo A. B. de Carvalho. (Org.). **Biogeografia da América do Sul. Padrões & Processos**. São Paulo: Editora Roca, 2010, v. 1, p. 189-197.

SILVA, J. M. C. da; RYLANDS, A. B.; FONSECA, G. A. B. O destino das áreas de endemismo da Amazônia. **Megadiversidade**, v. 1, n.1, p.125-131, jun. 2005.

SILVA, M. B. Áreas de endemismo: as espécies vivem em qualquer lugar, onde podem ou onde historicamente evoluíram?. **Revista da Biologia**, Vol. Esp. Biogeografia: 12-17, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.7594/revbio.07.03>. Acesso em: 20 jan. 2024.

VALERI, S. V.; SENÔ, M. A. A. F. **A importância dos corredores ecológicos para a fauna e a sustentabilidade de remanescentes florestais**. In: 8º Congresso Internacional de Direito Ambiental, 2004, São Paulo. Fauna, políticas públicas e instrumentos legais. São Paulo: Imprensaoficial, 2004. V. 1. P. 699-709

ZIMBRES, B. Q. C. **Áreas de Preservação Permanente como corredores ecológicos para a fauna de mamíferos de médio e grande porte no sul da Amazônia**. Tese (Doutorado em zoologia), Pós-graduação em Zoologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Maranhão (FAPEMA) pela concessão de Bolsa de Iniciação Científica, bem como à Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão (FAPEAD) pela concessão de computador para a realização da modelagem cartográfica ora apresentada.