



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA**

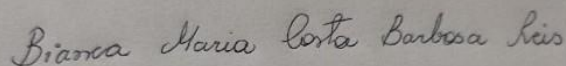
BIANCA MARIA COSTA BARBOSA REIS

**UMA PROPOSTA DE INTERPRETAÇÃO GEOECOLÓGICA APLICADA AO
PLANEJAMENTO BIORREGIONAL DO CENTRO DE ENDEMISMO BELÉM
(CEB), AMAZÔNIA ORIENTAL**


**SÃO LUÍS – MA
2022**

**UMA PROPOSTA DE INTERPRETAÇÃO GEOECOLÓGICA APLICADA AO
PLANEJAMENTO BIORREGIONAL DO CENTRO DE ENDEMISMO BELÉM
(CEB), AMAZÔNIA ORIENTAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Direção do Curso de Geografia para a avaliação
docente especializada.



Bianca Maria Costa Barbosa Reis
Graduanda em Geografia Bacharelado

Documento assinado digitalmente
 LUIZ JORGE BEZERRA DA SILVA DIAS
Data: 22/01/2023 18:57:11-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. MSc. Luiz Jorge Bezerra da Silva Dias
Orientador

SÃO LUÍS - MA

2022

BIANCA MARIA COSTA BARBOSA REIS

**UMA PROPOSTA DE INTERPRETAÇÃO GEOECOLÓGICA APLICADA AO
PLANEJAMENTO BIORREGIONAL DO CENTRO DE ENDEMISMO BELÉM
(CEB), AMAZÔNIA ORIENTAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Direção do Curso de Geografia para a avaliação
docente especializada.

Aprovado em: 09/01/2023

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
gov.br LUIZ JORGE BEZERRA DA SILVA DIAS
Data: 22/01/2023 18:58:05-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. MSc. Luiz Jorge Bezerra da Silva Dias
Orientador



Prof. Dra. Regina Célia de Castro Pereira

Documento assinado digitalmente
gov.br FABRÍCIO SOUSA DA SILVA
Data: 22/01/2023 21:54:41-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. MSc. Fabrício Sousa da Silva

Reis, Bianca Maria Costa Barbosa.

Uma proposta de interpretação geocológica aplicada ao planejamento biorregional do Centro de Endemismo Belém, Amazônia oriental / Bianca Maria Costa Barbosa Reis. – São Luís, 2022. 45 f.

Monografia (Graduação) – Curso de Geografia Bacharelado, Universidade Estadual do Maranhão, 2022.

Orientador: Prof. Me. Luiz Jorge Bezerra da Silva Dias.

1.Áreas de endemismo. 2.Geoecologia da paisagem. 3.Métricas da paisagem.
4.Planejamento biorregional. I.Título.

CDU: 574.9(811.5+812.1)

Elaborado por Giselle Frazão Tavares - CRB 13/665

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus e todas as permissões que me concedeu até aqui. A toda minha família, em especial meu pai Antônio Carlos, minha mãe Francisca Reis, minhas avós Joaquina Costa e Maria José, minha tia Ducileia Moura, por sempre investirem na minha educação e por todo apoio e base firme a qual me sustenta e dá forças de seguir em frente todos os dias da minha vida. Agradeço aos meus irmãos Bárbara, Brendo e Paulo Victor que sempre me apoiaram. Ao meu namorado Matheus Felipe, que está lado a lado comigo nessa trajetória, sempre me incentivando a ser cada dia melhor.

Institucionalmente, agradeço a Universidade Estadual do Maranhão, por toda a formação e por ser palco do meu crescimento pessoal e profissional, por ter me proporcionado as ferramentas necessárias para a realização de um sonho.

Meu orientador, Prof. Luiz Jorge Dias, não apenas pela orientação, mas pela parceria, amizade e voto de confiança, acreditando sempre no potencial de seus alunos dentro ou fora da Universidade. Aos meus amigos do grupo de pesquisa, Edilane Medeiros, Kevin Vinícius, Alyce Martins, Ana Paula, Pedro Lucas, Karina Govêa, por todo apoio e por sempre estarem comigo. Agradeço também aos meus amigos inseparáveis Nicollas Silva e Luiza Leite que estão sempre prontos a ajudar, apoiar, e incentivar, em todas as minhas escolhas, tornando esse percurso algo mais leve e cheio de reciprocidade.

Agradeço também ao Gabriel Costa, que tem sempre auxiliado nas pesquisas, contribuindo para a realização desse trabalho. Agradeço as minhas amigas de oração, desabafo e paciência, Luciana Silva e Ana Maria. Por fim, a todas as pessoas que estiveram ao meu lado e contribuíram de forma direta ou indireta em algum momento dessa etapa.

RESUMO

O Bioma Amazônico ocupa aproximadamente uma área de 4.196.9443 km², corresponde a 40% do território nacional, constituída principalmente por floresta tropical, sendo o mais rico em biodiversidade do mundo, e o maior bioma do Brasil. Na Amazônia são reconhecidas oito áreas de endemismo: Belém, Xingu, Tapajós, Rondônia, Inambari, Napo, Imeri e Guiana. Uma área de endemismo é entendida como um espaço geográfico definido por conter coincidências quase total de espécies que não ocorrem em outro lugar ou parte do planeta. As áreas de endemismo têm sido usadas como critério na escolha de áreas para a conservação. O Centro de Endemismo Belém é responsável por condicionar uma vasta diversidade de ecossistemas e populações em sua abrangência, sendo uma das áreas mais castigadas pelo fruto das ações antrópicas na extensão da Amazônia. Possuindo uma vasta composição de biodiversidades sendo atenuado como área de conservação. A ecologia de paisagens busca entender nas abordagens geográfica e ecológica as interações espaciais entre as unidades do ambiente em análise, dessa maneira ao ser estudado os ambientes naturais, e os impactos causados ao meio, essa ciência se destaca por abordar padrões espaciais da paisagem e as interações as unidades (manchas), a partir da utilização das métricas. Para a produção dos mapas de localização, uso, distância Euclidiana, e cálculo das métricas foi utilizado o *software* de Sistema de Informação Geográfica (SIG), o *QGIS 3.16*. Para o cálculo de métricas de ecologia de paisagem utilizou-se do *software* QGIS 3.16 através do complemento *Lecos* (Landscape Ecology Statistics) no qual foram processados os dados do ano de 2020 do projeto MapBiomias. Tendo como objetivo o conhecimento de novos corredores ecológicos e elaboração de cenários de conectividade entre as paisagens naturais remanescentes do CEB, através do uso das métricas de ecologia da paisagem. Estudos dessa natureza auxiliam na elaboração de estabelecimento de estratégias de conservação e recuperação ambiental, restabelecendo equilíbrio ecológico e promovendo manutenção da biodiversidade.

Palavras-Chave: Áreas de Endemismo. Geoecologia da Paisagem. Métricas da Paisagem. Planejamento Biorregional.

ABSTRACT

The Amazon Biome occupies approximately an area of 4,196,9443 km², corresponding to 40% of the national territory, consisting mainly of tropical forest, being the richest in biodiversity in the world, and the largest biome in Brazil. In the Amazon, eight areas of endemism are recognized: Belém, Xingu, Tapajós, Rondônia, Inambari, Napo, Imeri and Guiana. An area of endemism is understood as a geographic space defined by containing almost total coincidences of species that do not occur in another place or part of the planet. Areas of endemism have been used as a criterion in choosing areas for conservation. The Belém Endemism Center is responsible for conditioning a vast diversity of ecosystems and populations in its scope, being one of the areas most punished by the result of anthropic actions in the extension of the Amazon. Possessing a vast composition of biodiversity being attenuated as a conservation area. The ecology of landscapes seeks to understand in the geographical and ecological approaches the spatial interactions between the units of the environment under analysis, in this way when studying the natural environments, and the impacts caused to the environment, this science stands out for addressing spatial patterns of the landscape and the interactions with the units (spots), based on the use of metrics. For the production of maps of location, use, Euclidean distance, and calculation of metrics, the Geographic Information System (GIS) software, QGIS 3.16, was used. For the calculation of landscape ecology metrics, the QGIS 3.16 software was used through the Lecos complement (Landscape Ecology Statistics) in which the data for the year 2020 of the MapBiomias project were processed. Having as objective the knowledge of new ecological corridors and elaboration of connectivity scenarios between the remaining natural landscapes of CEB, through the use of landscape ecology metrics. Studies of this nature help in the elaboration of strategies for conservation and environmental recovery, restoring ecological balance and promoting maintenance of biodiversity.

Keywords: Endemic Areas. Landscape Geoecology. Landscape Metrics. Biorregional Planning.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Elaboração do mapa de localização no QGIS 3.16.....	16
Figura 2: Downloads dos anos citados, no MapBiomias.....	17
Figura 3: Elaboração do mapa de uso e ocupação da área de estudo no QGIS 3.16.....	18
Figura 4: Coleção da legenda para a reclassificação	18
Figura 5: Reclassificação das classes no QGIS 3.16.....	19
Figura 6: Tabela de atributos com o campo “distancia Euclidiana” adicionado	21
Figura 7: Raster do ano de 2020 – ARCGIS	21
Figura 8: Camada filtrada e com a Distância Euclidiana processada.....	22
Figura 9: Mapa de localização do Centro de Endemismo Belém (CEB), Nordeste da Amazônia Brasileira	23
Figura 10: Planejamento Biorregional	30
Figura 11: Mapa de Distância Euclidiana do CEB.....	37
Figura 12: Mapa de formações Florestais e cobertura de mangues do CEB em 1985	39
Figura 13: Mapa de formações Florestais e cobertura de mangues do CEB em 2010	39
Figura 14: Mapa de formações Florestais e cobertura de mangues do CEB em 2020	40
Figura 15: Radar de Cenarização prevista para o CEB	46

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Referências Utilizadas na Pesquisa.....	15
Quadro 2: Métricas aplicadas na presente pesquisa.....	34
Quadro 3: Resultados da aplicação das métricas no Centro de Endemismo Belém	35
Quadro 4: Demonstrativos de valores indicados para os atributos qualitativos dos cenários construídos para o CEB.....	44
Quadro 5: Indicativos de cenários avaliados para o CEB.	44

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	
2.	METODOLOGIA.....	
2.1	Construção da Base de Dados.....	
2.3.	Aquisição de Bases para a Elaboração de Mapas de Uso e Cobertura da Terra do CEB.....	
2.4.	Construção do Mapa de Conectividade do CEB.....	
3.	REFERENCIAL TEÓRICO.....	
3.1	Localização e Situação Geográficas do CEB	22
3.2.	Áreas de endemismo na Amazônia	23
3.3.	Análise Geoecológica e Ecológica da paisagem	25
3.4	Planejamento Biorregional	28
3.5	As Métricas em Ecologia da Paisagem sob a Perspectiva Geográfica.....	31
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	
4.1	Análise das Conexões de Paisagem e dos Fragmentos no Centro de Endemismo Belém	36
4.2.	O Centro de Endemismo Belém: condições para um planejamento geoecológico e biogeográfico	41
4.3.	Indicativos de Cenários Prospectivos Aplicados ao CEB.....	42
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	
	REFERÊNCIAS.....	

1. INTRODUÇÃO

Localizado entre os Estados do Tocantins, Pará e Maranhão, o Centro de Endemismo Belém (CEB) é a área mais antiga de ocupação humana na Amazônia brasileira, abrangendo municípios, áreas protegidas, e unidades de conservação e terras indígenas; compõe 5,88% do total de 4,2 milhões de km² da Amazônia brasileira, tendo apenas 23% de cobertura florestal intacta, representando o alto grau de controle humano, intensificados, principalmente a partir da década de 1970.

Observando o cenário ao longo dos anos, o Centro de Endemismo Belém (CEB), passa por diversas mudanças: indo de sua composição natural às ações que modificaram sua paisagem e funcionabilidade. O CEB conta como uma das áreas mais ricas da Amazônia. No entanto, devido à falta de fiscalização e manutenção das instituições de fiscalização, o CEB sofre com desmatamento desenfreado, cerca de 70% de suas florestas já foram desmatadas para dá lugar a cidades e/ou a agropecuária.

Carvalho (2009), configura Endemismo como áreas exclusivas de espécies específicas em uma região geográfica particular, devido fatores geográficos (formação do material rochoso), ou comportamentais (padrão de acasalamento), (ZATELLI, 2019). A Geoecologia das paisagens destaca-se na possibilidade de inter-relação com os procedimentos e métodos adotados pela Ecologia de Paisagem para o reconhecimento das paisagens naturais como o resultado das interações existentes entre as dinâmicas climáticas locais e regionais com a biodiversidade e as intervenções humanas materializadas em um recorte territorial.

Tudo aquilo que nós vemos, o que nossa visão alcança, é a paisagem. Esta pode ser definida como o domínio do visível, aquilo que a vista abarca. Sendo a paisagem o que se vê, supõe-se necessariamente a dimensão real do concreto, o que se mostra, e a representação do sujeito, que codifica a observação. A paisagem resultado desta observação é fruto de um processo cognitivo, mediado pelas representações do imaginário social, pleno de valores simbólicos. A paisagem apresenta-se assim de maneira dual, sendo ao mesmo tempo real e representação (CASTRO, 2002).

A ecologia da paisagem faz parte do estudo do impacto nos padrões espaciais sobre processos ecológicos. Diante disso, várias métricas foram desenvolvidas e aprimoradas para melhor descrever padrões espaciais, e muitas foram testadas usando informações de cobertura do solo geradas a partir de imagens de sensoriamento remoto. O sensoriamento remoto e os sistemas de informação geográfica (SIG) são principais ferramenta para ecologistas da paisagem

interessados em padrões espaciais (WICKHAM e RITTERS, 1995). As geotecnologias referentes ao Sensoriamento Remoto e aos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) estão cada vez mais interligadas, tendo aplicações nos diferentes campos do conhecimento. Na Geografia essas tecnologias têm uma vasta aplicação, principalmente por permitir que a paisagem seja monitorada com certa frequência, e assim observar e registrar as transformações no território.

De acordo com Mcgarigal e Marks (1994), a Ecologia da Paisagem aborda o estudo de padrões da paisagem, as interações entre as unidades da paisagem (“patches” ou manchas) dentro de um mosaico de paisagens, e como estes padrões e interações mudam durante o tempo, considerando o desenvolvimento e a dinâmica da heterogeneidade espacial e os seus efeitos sobre os processos ecológicos, e a administração da heterogeneidade espacial.

Forman e Godron (1986, apud Morelli, 2002, p.32), “denominaram como elementos de paisagem, as unidades ou elementos ecológicos básicos que possuem relativa homogeneidade entre alguns padrões espaciais, não levando em consideração se eram de origem natural ou humana”. Nessas paisagens existem uma certa homogeneidade relacionada as variedades ambientais consideradas na modelagem da paisagem sendo a geologia, relevo, solo e uso e sua cobertura.

Os Corredores Ecológicos são instrumentos de gestão e ordenamento territorial, definido pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC (Lei 9.985, de 18 de julho de 2000), tendo como objetivo conectar as áreas fragmentadas, permitindo o deslocamento de animais, a dispersão de sementes e o aumento de cobertura vegetal. A aplicação de corredores ecológicos para ligar os fragmentos endêmicos no CEB é um meio para conservação das espécies, pois dessa maneira promove conexão das áreas, possibilitando uma integração entre as espécies, garantindo que o restante da biodiversidade presente, tenha progresso.

Tendo como objetivo do presente trabalho, o conhecimento de novos corredores ecológicos e elaboração de cenários de conectividade entre as paisagens naturais remanescentes do CEB, através do uso das métricas de ecologia da paisagem, o desempenho e importância do estudo faz com que novos caminhos de conservação e preservação possam entrar em vigor. Além disso, ter entendimento e dados reais sobre a verdadeira realidade do CEB. E seus objetivos específicos são os que seguem:

- Definir as métricas de conectividade dos fragmentos de paisagens naturais no CEB para a indicação de áreas de maior criticidade quanto ao isolamento biogeográfico;
- Avaliar os indicadores de integridade dos fragmentos de paisagens naturais remanescentes como uma estratégia de indicar as conexões possíveis entre os maiores blocos de vegetação nativa no CEB;
- Identificar, com o auxílio de técnicas de geotecnologias, áreas prioritárias para a implantação de corredores ecológicos no CEB.

Com base nos objetivos traçados, o presente trabalho está estruturado em quatro tópicos. O tópico 1, refere-se à introdução do trabalho, em que as informações são apresentadas de forma objetiva, trazendo uma síntese, com as bases metodológicas e teóricas, bem como a localização da área de estudo. No tópico 2, apresenta-se a metodologia utilizada e a construção dos mapas e cálculos das métricas. O tópico 3, faz referência a Fundamentação Teórica, destacando a caracterização da área de estudo, e os principais temas abordados no trabalho, como áreas de endemismo, Geoecologia e ecologia, e Métricas da paisagem. Por sua vez, o tópico 4 aborda-se os Resultados e Discussões, apresentando os cálculos e análises das métricas e mapas, os cenários de conectividade e de fragilidades do CEB. Por último temos as Considerações Finais, onde fornece a conclusão do trabalho resultantes do estudo, buscou-se pontuar as questões levantadas nos objetivos da pesquisa.

2. METODOLOGIA

Para fins analíticos, o entendimento da geocologia da paisagem se torna fundamental na sistematização do reconhecimento do território. Por conseguinte, centra-se no reconhecimento das paisagens naturais como sendo o resultado das interações existentes entre as dinâmicas climáticas locais e regionais com a biodiversidade e os padrões de uso do território em diferentes escalas cartográficas utilizadas para o manejo integrado das paisagens naturais remanescentes (LANG; BLASCHKE, 2009). Para a elaboração da presente pesquisa utilizou-se os conceitos apresentados no Quadro 1, juntamente com suas referências.

Quadro 1: Referências Utilizadas na Pesquisa

Tema	Principais Referências Adotadas
Áreas ou Centro de Endemismo	BRAZ e.t al. (2017); CARVALHO (2009).
Ecologia da Paisagem	METZGER (2001) ;(2006) MCGARIGAL E MARKS (1994)
Métricas	HARRIS (1984) TURNER et. al. (2001) MCGARIGAL E MARKS (1995)
Planejamento Biorregional	MILLER (1997)

2.1 Construção da Base de Dados

Para tal propósito, foram utilizados o mosaico de imagens de satélite composto para o CEB e os mapas de Uso e Ocupação para os anos de 1985, 2010 e 2020 respectivamente, onde utilizaremos somente duas classes de uso. Com o auxílio de técnicas de sensoriamento remoto, a partir do mapa de Uso e Ocupação do ano de 2020, foi produzido o mapa de Conectividade e serão avaliadas as seguintes métricas de paisagens, conforme indicam Harris (1984) e Turner et. al. (2001):

- a) número total de fragmentos de paisagem;
- b) tamanho total dos fragmentos de paisagem dispostos em formato de “manchas”;
- c) tamanho médio das “manchas”;
- d) índice de menos “mancha”;
- e) razão perímetros x áreas do total de “manchas”;

- f) cálculo do Índice de Patton, que corresponde à função do perímetro total de fragmentos pela raiz quadrada do fragmento multiplicada pelo número π (π);
- g) área dos núcleos de maior densidade;
- h) densidade das manchas.

Com base nesses índices, será possível estabelecer quais são as paisagens fragmentadas de dimensões micropaisagísticas (menos de 250 hectares) e minipaisagísticas (maiores que 250 hectares), visíveis na escala de trabalho proposta, que é de 1:750.000, e que podem ser conectadas com manchas meso e macropaisagísticas, permitindo fluxos gênicos da biodiversidade regional e a manutenção ou a mitigação dos processos micro e mesoclimáticos. A escala proposta deu-se devido as limitações no desempenho do processamento dos dados nos computadores utilizados, por conta da extensão da área de estudo. Para tal, o uso do software QGis 3.16 e o banco de dados do MapBiomas será necessário durante o desenvolvimento da pesquisa.

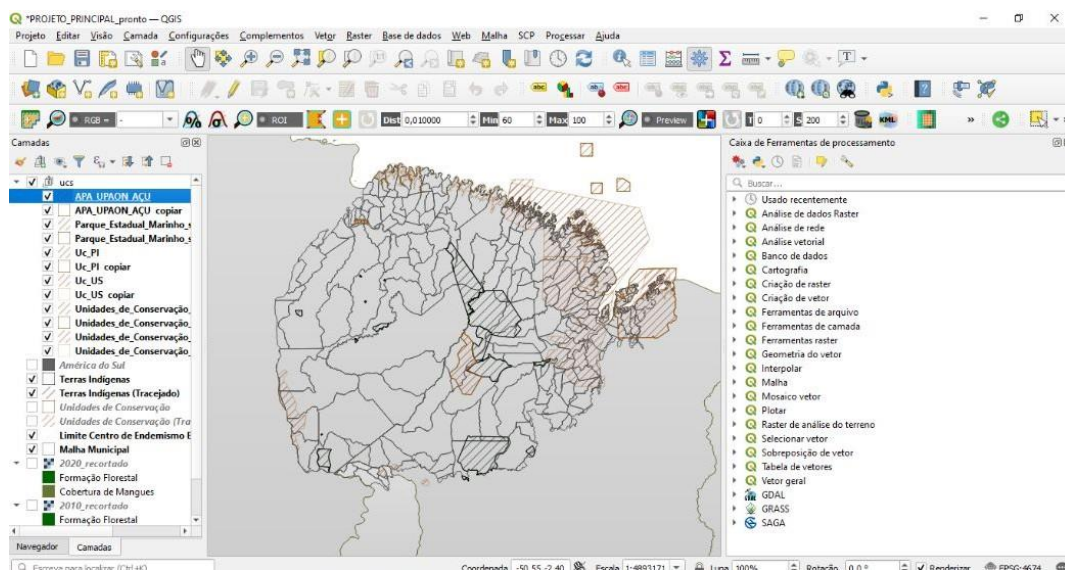
O MapBiomas é uma iniciativa do Observatório do Clima, co-criada e desenvolvida por uma rede multi-institucional com o envolvimento de universidades, ONGs e empresas de tecnologia tendo como propósito mapear anualmente a cobertura e uso da terra do Brasil e monitorar as mudanças do território. O produto final apresenta-se como um relatório cartográfico de integridade dos fragmentos com áreas potenciais para a conservação ou recuperação ambiental, com vista à implantação efetiva de corredores ecológicos no contexto do CEB.

2.2 Elaboração do Mapa de Localização e Situação Geográfica

Para a composição do mapa de localização do Centro de Endemismo Belém fez-se necessário o download do banco de dados, das unidades de federação e da América do Sul, no portal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE (2020), no formato shapefile, e o recorte da área do Zoneamento Ecológico-Econômico- ZEE (2020).

Após a aquisição do banco de dados, que foram inseridos por meio do software QGIS, versão 3.16, criou-se um projeto onde foram adicionados como camadas vetoriais. Na figura 1 demonstra-se as camadas e a cor em forma de polígono.

Figura 1: Elaboração do mapa de localização no QGIS 3.16



Fonte: Registro da Pesquisa (2022).

2.3. Aquisição de Bases para a Elaboração de Mapas de Uso e Cobertura da Terra do CEB

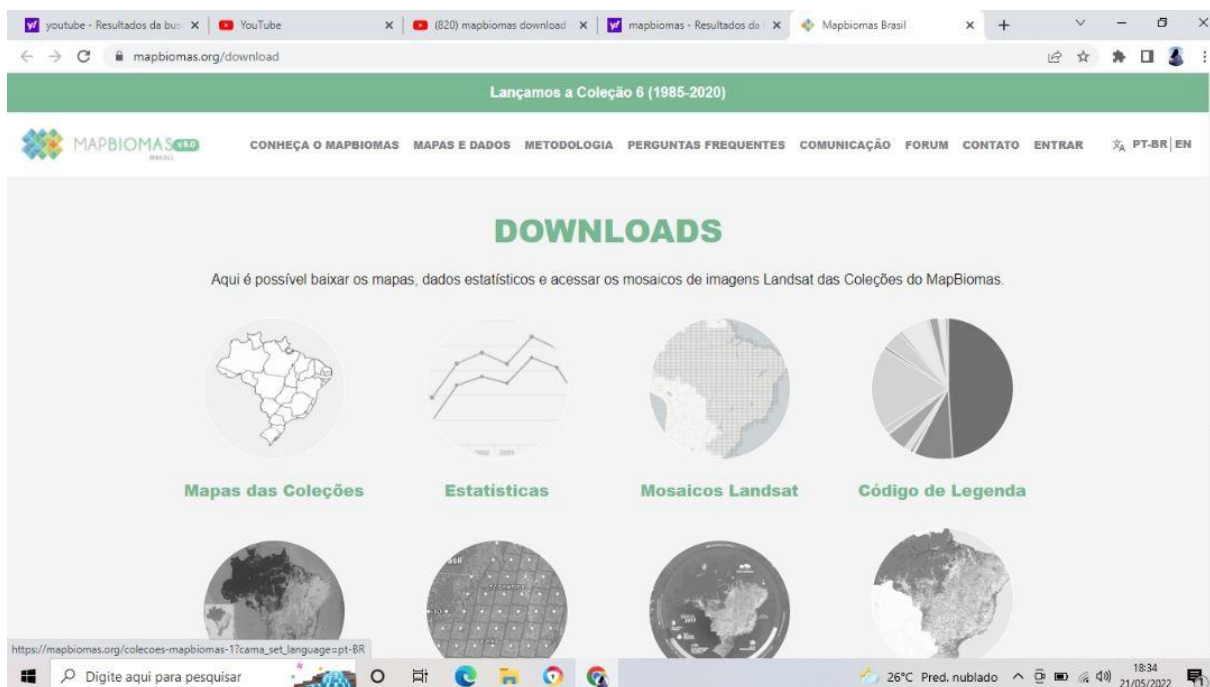
O reconhecimento da distribuição da cobertura vegetal, da qualidade e das características da morfologia dessa vegetação e as medições de forma, dimensões e distância entre ocorrências de cobertura vegetal são favorecidos pelo emprego das geotecnologias.

As geotecnologias são compostas por coleta e tratamento da informação, armazenamento da informação e produção de análise espacial – um conjunto de métodos e técnicas que promove significativo progresso na representação e análise da terra. (MOURA, 2014).

O conjunto de geotecnologias configura um complexo potencial de emprego de softwares, métodos e modelos. Diante das muitas possibilidades que são apresentadas a um pesquisador, o ponto chave é a adequada escolha metodológica, em virtude dos objetivos a serem alcançados.

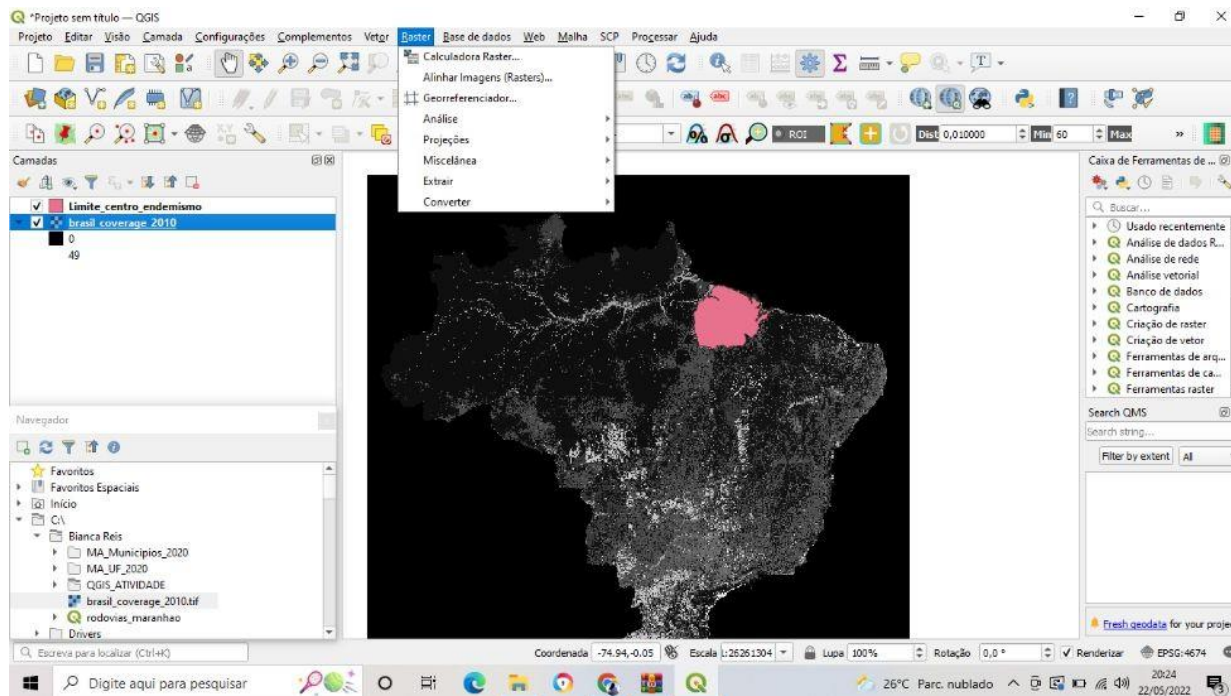
Para a produção do mapa de Uso e Ocupação do CEB, focamos em três intervalos de tempo, entre os anos trabalhados na pesquisa utilizamos os anos de 1985, 2010 e 2020. Nas figuras 2, 3, 4 e 5, a seguir observa-se o procedimento da elaboração dos mapas.

Figura 2: Downloads dos anos citados, no MapBiomias



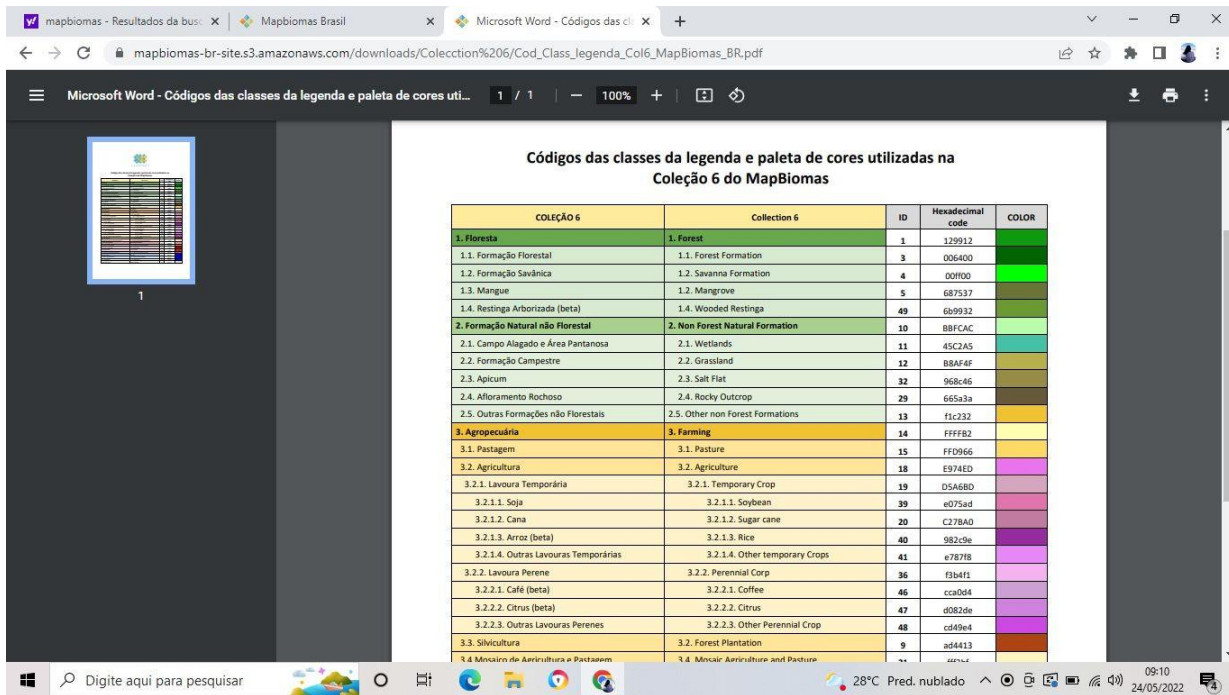
Fonte: MapBiomias (2022) .

Figura 3: Elaboração do mapa de uso e ocupação da área de estudo no QGIS 3.16



Fonte: Registro da pesquisa (2022).

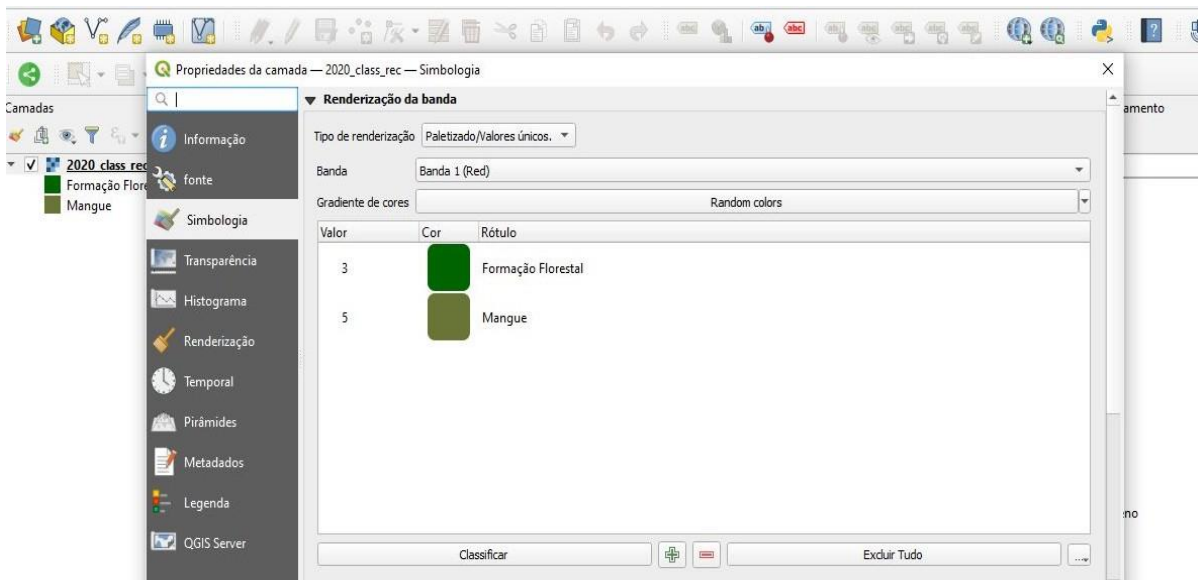
Figura 4: Coleção da legenda para a reclassificação



COLEÇÃO 6	Collection 6	ID	Hexadecimal code	COLOR
1. Floresta	1. Forest	1	129912	
1.1. Formação Florestal	1.1. Forest Formation	3	006400	
1.2. Formação Savânica	1.2. Savanna Formation	4	00f000	
1.3. Mangue	1.2. Mangrove	5	687537	
1.4. Restinga Arborizada (beta)	1.4. Wooded Restinga	49	6a9932	
2. Formação Natural não Florestal	2. Non Forest Natural Formation	10	88f0ac	
2.1. Campo Alagado e Área Pantanosa	2.1. Wetlands	11	45c2a5	
2.2. Formação Campestre	2.2. Grassland	12	b8af4f	
2.3. Apicum	2.3. Salt Flat	32	968c46	
2.4. Afloramento Rochoso	2.4. Rocky Outcrop	29	665a3a	
2.5. Outras Formações não Florestais	2.5. Other non Forest Formations	13	f1c232	
3. Agropecuária	3. Farming	14	ffff82	
3.1. Pastagem	3.1. Pasture	15	ffd966	
3.2. Agricultura	3.2. Agriculture	18	e974ed	
3.2.1. Lavoura Temporária	3.2.1. Temporary Crop	19	d5a6bd	
3.2.1.1. Soja	3.2.1.1. Soybean	39	e075ad	
3.2.1.2. Cana	3.2.1.2. Sugar cane	20	c278ad	
3.2.1.3. Arroz (beta)	3.2.1.3. Rice	40	982c9e	
3.2.1.4. Outras Lavouras Temporárias	3.2.1.4. Other temporary Crops	41	e787f8	
3.2.2. Lavoura Perene	3.2.2. Perennial Crop	36	f3b4f1	
3.2.2.1. Café (beta)	3.2.2.1. Coffee	46	cca0d4	
3.2.2.2. Citrus (beta)	3.2.2.2. Citrus	47	d982de	
3.2.2.3. Outras Lavouras Perenes	3.2.2.3. Other Perennial Crop	48	cd49e4	
3.3. Silvicultura	3.2. Forest Plantation	9	ad4413	
3.4. Mosaic de Agricultura e Pastagem	3.4. Mosaic Agriculture and Pasture			

Fonte: Adaptado do MapBiomas (2022) pelo autor.

Figura 5: Reclassificação das classes no QGIS 3.16



Fonte: Registro da pesquisa (2022).

Assim, segue a descrição dos procedimentos:

- Acesso ao MapBiomias – Todos os mapas anuais de cobertura e uso do solo do MapBiomias são produzidos a partir da classificação pixel a pixel de imagens do satélite Landsat;
- Download dos anos trabalhados e legenda da coleção 6 (atual no momento);
- *Shapefile* da área do CEB (ZEE);
- Abrir o projeto no QGIS 3.16 – Adicionar as camadas em raster – Habilitar somente a camada de cada ano - Extrair – Recortar – Classificar a partir da legenda do MapBiomias – Utilizar as classes a serem trabalhadas – Seguir as cores da Coleção 6 do MapBiomias.

2.4. Construção do Mapa de Conectividade do CEB

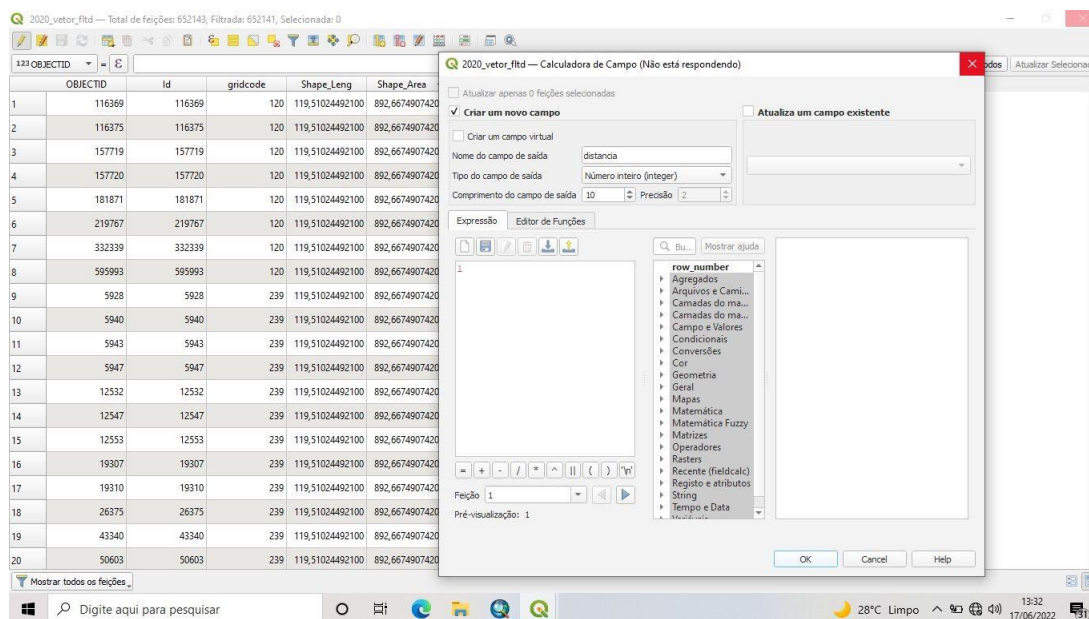
Para o mapa de conectividade, utilizou-se a métrica de Distância Euclidiana, onde representa-se como indicador importante para a avaliação de metapopulações que dependem do número e arranjo espacial das manchas, em que a probabilidade de uma mancha de habitat ocupada está diretamente relacionada com a proximidade com outras manchas.

O cálculo das métricas foi obtido por meio da ferramenta Distancia Euclidiana, por meio do *software* de Sistema de Informação Geográfica (SIG), o *QGIS 3.16*. Para a elaboração do mapa de Distância Euclidiana, utilizou-se o raster do ano de 2020. Foi adotada a distância em km devido a extensão da área estudada, dessa maneira as distâncias resultantes foram agrupadas em três classes, que configura o grau de isolamento do fragmento na paisagem. As figuras 6, 7 e 8 descrevem o processo de confecção do mapa, que consiste nos seguintes pontos:

- a) no QGIS, adotou-se a camada filtrada apenas com as duas classes de uso utilizada no presente trabalho, formação florestal e mangue. A partir da camada filtrada, adicionou-se na tabela de atributos um novo campo com o título “distância”, logo após foi salvo em uma pasta;
- b) após, foi necessário rasterizar a camada filtrada. Com a camada rasterizada, utilizou-se a ferramenta Distancia Euclidiana e preenchendo assim o que a tabela pedia e salvando. Logo após, adicionou essa camada no QGIS, e em propriedades selecionando a cor desejada.

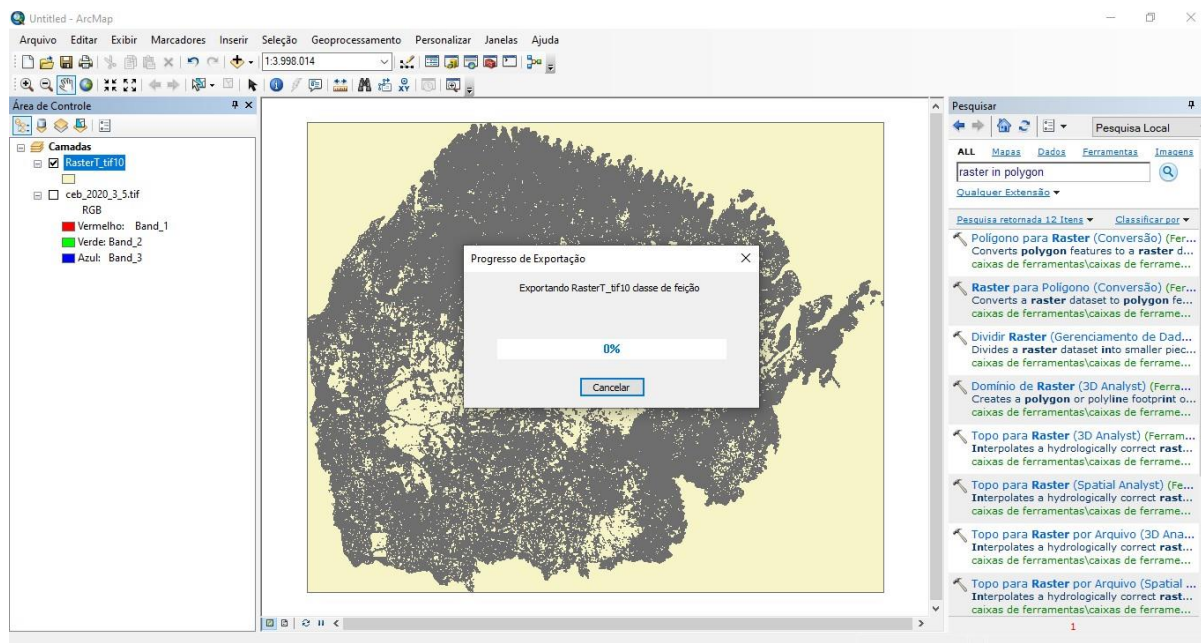
As figuras a seguir representam os procedimentos já citados.

Figura 6: Tabela de atributos com o campo “distancia Euclidiana” adicionado



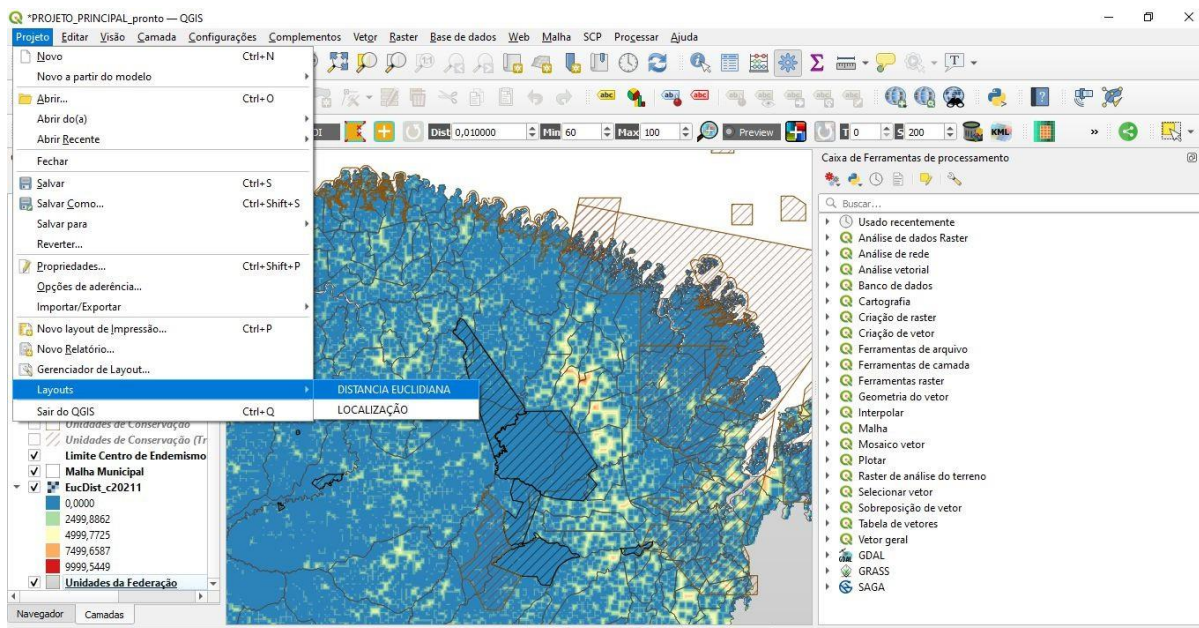
Fonte: Registro da pesquisa (2022).

Figura 7: Raster do ano de 2020 – ARCGIS



Fonte: Registro da pesquisa (2022).

Figura 8: Camada filtrada e com a Distância Euclidiana processada



Fonte: Registro da Pesquisa (2022).

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Localização e Situação Geográficas do CEB

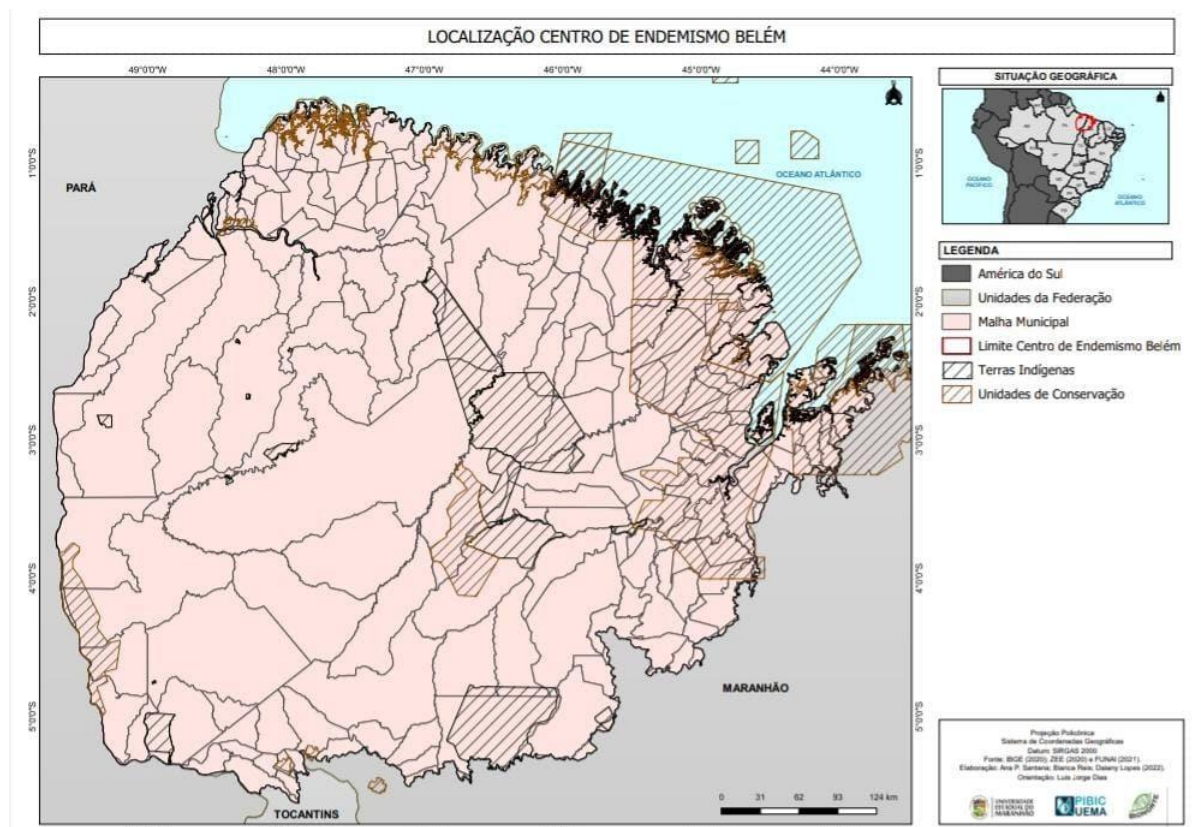
Localizada dentro da maior floresta e mais rica em biodiversidade com 6 milhões de km² com milhares de espécies de fauna e flora ainda não estudadas, o Centro de Endemismo Belém na floresta Amazônica é uma das áreas de endemismo na Amazônia, que é localizado ao leste do estado do Pará e oeste do Maranhão, abrangendo 4,2 milhões de km² da Amazônia brasileira. O norte do CEB é banhado pelo oceano Atlântico e tem os rios; Tocantins, Guamá, Moju, Acará-Mirim, Acará, Capim, Tomé-Açu e Piriá no Pará e Mearim, Pericumã, Grajaú, Pindaré e Gurupi no Maranhão em si e em seu entorno. É cortado pelas BRs; 316, 222 e 010. Estaduais; PA-150, PA-332, PA-140, PA-475, PA-483, MA-106, MA-006.

Predomina a unidade climática Equatorial Úmida e Tropical Zona equatorial. A geologia é definida pelas características do Planalto Setentrional Pará-Maranhão, um conjunto de relevos tubulares rebaixados entre 200 e 300 metros de cotas altimétricas, e tem a predominância do latossolo amarelo distrófico na região (SALLES, et. al. 2019). O relevo é dividido entre plano, localizado especialmente na região norte do CEB e ondulado, forte-ondulado na região sul.

Como exposto na figura 9, toda a área de abrangência do CEB incorpora uma vasta zona de biodiversidade, essa caracterização se constituiu com o apoio de pesquisas bibliográficas e de campo, neste sentido, um dos principais aspectos de relevância é a alteração constante na paisagem, onde este cenário tem sofrido ao longo dos anos demasiadas alterações em seus aspectos ecológicos ao serem comparados em linhas de análises divergentes.

Visto isso, ao trazermos uma visão mais sistemática dessas análises o contexto ecológico da paisagem se percebe diferentes graus de humanização, fator que claramente é resultante de degradações no tratamento das funcionalidades da paisagem. (TRICART, 1977), em suas concepções mostra uma perspectiva básica de desenvolvimento que trabalha o estudo do meio para se desenvolver técnicas de resoluções, fatores que analiticamente se compõe um desfalque na constituição das metodologias.

Figura 9: Mapa de localização do Centro de Endemismo Belém (CEB), Nordeste da Amazônia Brasileira.



Fonte: Registro da pesquisa (2022).

3.2. Áreas de endemismo na Amazônia

A Amazônia é uma das grandes regiões naturais do planeta onde a extensão dos ecossistemas naturais até o presente é maior do que a dos ecossistemas criados ou transformados pelo homem. A colonização humana da Amazônia no final da década de 1960 foi marcada pelo processo violento de ocupação e degradação ambiental característica das “economias de fronteira”, onde o progresso é entendido como crescimento econômico e prosperidade infinitos, com base na exploração de recursos naturais observados como uniformemente infinitos (BECKER, 2001).

A Amazônia é um conjunto de áreas de endemismo separadas entre si pelos grandes rios (TOCANTINS, 1952). O autor está se referindo ao fato de que milhares de pessoas têm

suas vidas diretamente ou indiretamente influenciadas pelos ciclos anuais dos imensos rios que cortam a região. Grande parte da biodiversidade regional também, pois milhares de espécies de animais e plantas possuem suas distribuições impossibilitadas ou facilitadas pelos grandes rios (AYRES et al., 1979)

O naturalista Wallace (1852) dividiu a Amazônia em quatro áreas de endemismo (“distritos”) com base na análise da distribuição de primatas: Guiana, Equador, Peru e Brasil. Identificou como os limites dos distritos os rios Amazonas-Solimões, Negro e Madeira. Foi o primeiro a constatar que há padrões biogeográficos básicos que caracterizam a distribuição da vida sobre a Amazônia. Dessa maneira apresenta-se dois padrões:

O primeiro padrão: poucas espécies ocupam toda a região e a maioria das espécies possui distribuição restrita a determinados setores da Amazônia, caracterizando o que se denomina atualmente de “áreas de endemismo” (“distritos” na época de Wallace).

O segundo padrão: espécies endêmicas a uma área de endemismo são substituídas nas áreas de endemismo adjacentes por espécies aparentadas.

Segundo o autor, uma área de endemismo é um determinado espaço geográfico definido pela coincidência quase total das distribuições geográficas de duas ou mais espécies que não ocorrem em nenhuma outra parte do planeta. Áreas de endemismo são importantes por serem consideradas como as menores unidades geográficas para análise de biogeografia histórica e são, portanto, a base para a formulação de hipóteses sobre os processos responsáveis pela formação da biota regional (MORRONE, 1994; MORRONE & CRISCI, 1995).

Haffer (1978, 1985, 1987), Haffer & Prance (2001) e Cracraft (1985) identificaram sete áreas de endemismo para as aves de terras baixas, todas incluídas nos distritos biogeográficos propostos por Wallace. A Guiana permaneceu como uma área de endemismo distinta, o distrito Equador foi dividido em dois (Imeri e Napo), o distrito Peru foi renomeado como Inambari e o distrito Brasil foi separado em três (Rondônia, Pará e Belém). Mais recentemente, Silva e colaboradores (2002) sugeriram, baseados em novas informações sobre a distribuição e taxonomia de algumas aves, que a área de endemismo Pará é composta por duas áreas: Tapajós e Xingu. Assim, oito áreas de endemismo principais têm sido reconhecidas para os vertebrados terrestres na Amazônia.

As áreas de endemismo na Amazônia variam consideravelmente em extensão, desde a pequena Belém (201.541 km²) até a enorme Guiana (1.700.532 km²). As outras possuem

os seguintes tamanhos: 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).

O desmatamento não é homogeneamente distribuído entre as áreas de endemismo: Napo, Inambari, Guiana e Tapajós perderam menos que 10% de suas áreas; Rondônia e Xingu perderam entre 10% e 50%; e Belém tem menos que um terço de suas florestas ainda de pé. Níveis antigos e atuais de perda florestal podem ser usados como um indicador de vulnerabilidade para cada área de endemismo.

O Centro de Endemismo Belém (CEB) apresenta-se como o mais desmatado e ameaçado entre todos dada a ocupação antiga das frentes pioneiras (SILVA et al., 2005). O desmatamento nesta região intensificou-se a partir do início da década de 1960, através de ações do Governo Federal, como incentivos a empreendimentos agropecuários, sobretudo a ligação da região ao sul do País com a abertura da Rodovia Belém - Brasília (BR-010). Já a intensificação da ocupação das áreas de endemismo Xingu, Tapajós e Rondônia ocorreu um pouco depois, em meados da década de 1970, também associado aos incentivos governamentais aos projetos agropecuários e abertura de estradas, neste caso, a rodovia Transamazônica (BR-230).

Esse intenso processo de desmatamento das áreas de endemismo é explicado pelo fato de estarem localizadas onde o processo de ocupação da Amazônia é mais acelerado, na região denominada de “Arco do Desmatamento”, relacionado, sobretudo a existência das estradas (ALVES, 2001; FERREIRA, 2001). As áreas de endemismo Inambari, Guiana, Imeri e Napo estão localizadas ou no extremo ocidental (Inambari) ou na porção setentrional (norte dos rios Solimões e Amazonas) da Amazônia Legal (Napo, Imeri e Guiana). O menor desmatamento dessas áreas de endemismo está relacionado a um maior isolamento, ou seja, mais distantes da frente de expansão da fronteira agropecuária, refletido sobre tudo numa menor quantidade de estradas.

Segundo Silva et al. (2005), os níveis de perda florestal podem ser usados como um indicador de vulnerabilidade para cada área de endemismo. Desta forma, a área de endemismo Belém pode ser classificada como a mais vulnerável, pois possui o percentual de desmatamento muito elevado.

3.3. Análise Geocológica e Ecológica da paisagem

O termo paisagem constitui-se como uma importante categoria de análise para diferentes ciências e disciplinas. Utilizada como objeto de estudo, em vários campos de conhecimento, dentre os quais se destaca a ciência geográfica. Na geografia, a paisagem é um conceito-chave, por ser apresentada como uma categoria integradora, onde a mesma, estabelece um elo entre a união da dualidade dos campos de análise dos elementos abióticos e bióticos. A paisagem não possui apenas caracteres que definem o aspecto visual e perceptivo, mas conteúdo e funcionamento, pela inter-relação dos campos de análises citados, estabelecidos pelo intercâmbio de matéria, energia e informação (CHÁVEZ et al., 2019).

Desta maneira, pode-se considerá-las entidades geocológicas, ou geossistemas (RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2017), visto que constituem um objeto com dimensão definida na superfície terrestre, com ritmo e desenvolvimento dependentes da dinâmica interna e externa do planeta, além dos movimentos orbitais e das relações cósmicas ao longo do tempo geológico (CAVALCANTI, 2014), com mobilidade constantemente influenciada pelas intervenções antropogênicas. Aproximadamente todos os territórios estão submetidos a uma pressão desenfreada conduzida pela concepção de crescimento econômico, onde conseqüentemente tem posto em tensão o processo civilizatório e a capacidade de suporte da Terra (RODRIGUEZ; SILVA, 2013).

Inicialmente a geologia da paisagem tem sua origem no surgimento do termo ecologia, aprofundado pelo zoólogo alemão Haeckel em 1866, e na biocenose (comunidades naturais) pelo biólogo alemão Mobius em 1877, os dois termos desenvolvidos como um conjunto ou associação regular de organismos em determinadas condições no meio natural.

Por sua vez, Carl Troll baseou-se nos princípios desenvolvidos por Passarge em 1913 para estudo da ciência da paisagem (Landschaftskunde), e nos conceitos de ecossistema proposto por Tansley em 1935, quando em 1966 definiu a paisagem como a entidade visual e espacial total do espaço vivido pelo homem, articulando a paisagem natural com a cultural através de suas inter-relações, propondo uma nova via metodológica para o estudo da paisagem, conhecida como Ecologia das paisagens (CHRISTOFOLETTI, 1999).

No século XX, a ciência associou a relação de funcionamento da comunidade ao ambiente não vivo como um sistema ecológico, hoje conhecida como ecossistema. O termo ecossistema foi proposto primeiramente pelo ecologista britânico Tansley (1935), mas o conceito é mais antigo. Atualmente se considera o ecossistema como uma unidade funcional básica na ecologia, pois inclui tanto os organismos bióticos, quanto o ambiente abiótico, cada

um desses fatores influência nas propriedades do outro, da mesma forma são indispensáveis para a manutenção da vida na Terra.

A Geoecologia surge então como uma redesignação da Ecologia da Paisagem, Carl Troll, apresentou a Geoecologia das paisagens como uma disciplina integradora, onde propôs a disciplina com o intuito de dar uma direção ecológica à ciência da paisagem, unificando conceitos e campos de trabalho da Geografia em relação à paisagem e da Ecologia em relação ao ambiente natural, sendo capaz de auxiliar no planejamento econômico e territorial, em busca de propor soluções para esses problemas (SIQUEIRA; CASTRO; FARIA, 2013). A Geoecologia se desenvolveu a partir do contato que teve como foco a resolução de problemas ambientais e prognóstico de gerenciamento de recursos, entre a Geografia e Ecologia causado pela abordagem sistêmica (RODRIGUEZ e SILVA, 2013).

Portanto a Geoecologia da Paisagem passa a se sustentar em três pontos fundamentais: (1) planejamento da ocupação territorial através de conhecimentos dos limites e potencialidades de uso econômico de cada unidade da paisagem; (2) o estudo de paisagens predominantemente modificadas pelo homem (paisagens culturais) e (3) a análise das amplas áreas espaciais (macro-escalas, espaciais e temporais). Segundo Metzger (2003), essas características marcam a chamada abordagem geográfica da paisagem.

Ross (2006) aponta que a abordagem geográfica sobre a paisagem ecológica ou, como foi designada depois, geoecologia é o estudo da própria paisagem sob o ponto de vista da ecologia, individualizadas em ecótopos, que são unidades comparáveis a ecossistemas e reagrupam todos os elementos que a compõem, inclusive os de origem antrópica.

Relacionado a investigação da paisagem, Tricart (1977) propõe uma metodologia para classificar o ambiente com base no estudo da dinâmica dos ecótopos, a qual designou de ecodinâmica. Tem como embasamento básico a própria dinâmica do ambiente onde se incluem os ecossistemas e destaca que essa dinâmica é de fundamental importância para a conservação e desenvolvimento dos recursos ecológicos, assim como para a eficácia da biocenose. O conceito de ecodinâmica está relacionado diretamente ao conceito de ecossistema, que possui uma base na abordagem sistêmica e enfoca as relações mútuas entre os diversos componentes da dinâmica e dos fluxos de energia-matéria no ambiente.

Seguindo o fluxo do processo histórico, em meados da década de 1960, com a grande ampliação das discussões relacionados aos processos de desmatamento a biodiversidade, o estudo da paisagem passa a direcionar as avaliações da estrutura da paisagem, dentro da abordagem ecológica (METZGER, 2001).

A abordagem ecológica da paisagem, ela é compreendida como áreas heterogêneas, diferenciando-se em termos de composição e configuração de manchas e matriz, conseqüentemente, elas terão funcionalidades diferentes no tocante ao fluxo de espécies, energia e materiais entre seus elementos (METZGER, 2001). Dentro dessa abordagem a paisagem passa a ser avaliada como um mosaico, onde este é composto por manchas, corredores e matriz de diversos ecossistemas ou uso da terra, seguindo um padrão que se repete na superfície da Terra e que são determinantes dos fluxos funcionais e movimentos através da paisagem e das mudanças no seu padrão e processo ao longo do tempo (FORMAN, 1995). Nessa abordagem, a paisagem apresenta três aspectos primordiais para a sua análise: estrutura (relações entre os distintos ecossistemas ou elementos presentes em relação ao tamanho, forma, número, tipo e configuração), função (fluxos de energia, matéria e espécies dentro da paisagem) e mudança (observadas na estrutura e fluxos do mosaico ecológico) (FORMAN; GODRON, 1986).

Para compreender os relacionamentos dos padrões aos processos naturais e antropogênicos, torna-se necessário a interpretação e o reconhecimento das mudanças temporais na paisagem, principalmente para fins de prognóstico ambiental.

Os estudos integrados da geocologia da paisagem sobre um determinado território pressupõem o entendimento da dinâmica de funcionamento do ambiente natural, com ou sem a presença da sociedade humana, onde a funcionalidade dos ambientes naturais pode sofrer alteração causada pelas ações humanas, assim como sua estrutura pode ser alterada pela intervenção das unidades naturais, na relação de troca de matéria e energia com o ambiente. Com a aplicação da análise geossistêmica é possível caracterizar a paisagem de determinado território, identificando suas unidades geocológicas e avaliando sua função na produção do espaço. Assim, para a elaboração de um planejamento ambiental é necessário analisar as unidades geoambientais existentes nesse território.

Conforme menciona Ross (2006), o Geossistema introduz a dimensão geográfica nos estudos do ambiente natural, na valorização da dimensão histórica, dos impactos da sociedade e da dimensão espacial: na horizontal, geo-horizontes (espaços físico-territorial definido), e, na vertical, geótipo, geofácies, geocomplexos e domínio, nos quais o considera mais completo que o ecossistema, enquanto análise da estrutura da paisagem.

A abordagem geossistêmica na geografia pode auxiliar na produção do diagnóstico e na realização da análise ambiental dos objetos que estão sendo pesquisados, contribui como um instrumento básico de informação para o planejamento territorial e a gestão ambiental.

3.4 Planejamento Biorregional

O termo Planejamento tem relação direta com um futuro, portanto pode-se dizer que está relacionado a um conjunto de ações elaboradas no presente, cujo intuito é orientar ações para um futuro desejado. Em outros termos, planejamento refere-se a um direcionamento de um conjunto de ações, onde aplica-se os conhecimentos adquiridos sobre o que se quer planejar, analisando os elementos contraditórios e os obstáculos para a execução da ação desejada, enfim, trata-se de construir no presente as bases de um futuro almejado. Souza (2013, p. 46) aponta que planejar “significa tentar prever a evolução de um fenômeno(...), tentar simular os desdobramentos de um processo, com o objetivo de melhor precaver-se contra prováveis problemas”.

A partir da década de 1990, surge um encadeamento de estratégias e teorias do planejamento, entre eles, aquelas do planejamento biorregional. Para esta categoria de planejamento, Kelton Miller (1997) foi o teórico que expressou concretamente as orientações tanto para esta categoria, quanto para a gestão biorregional. O autor busca situar aqueles espaços destinados à conservação da natureza como alternativas para se pensar estratégias de desenvolvimento aliadas à conservação e à gestão da natureza.

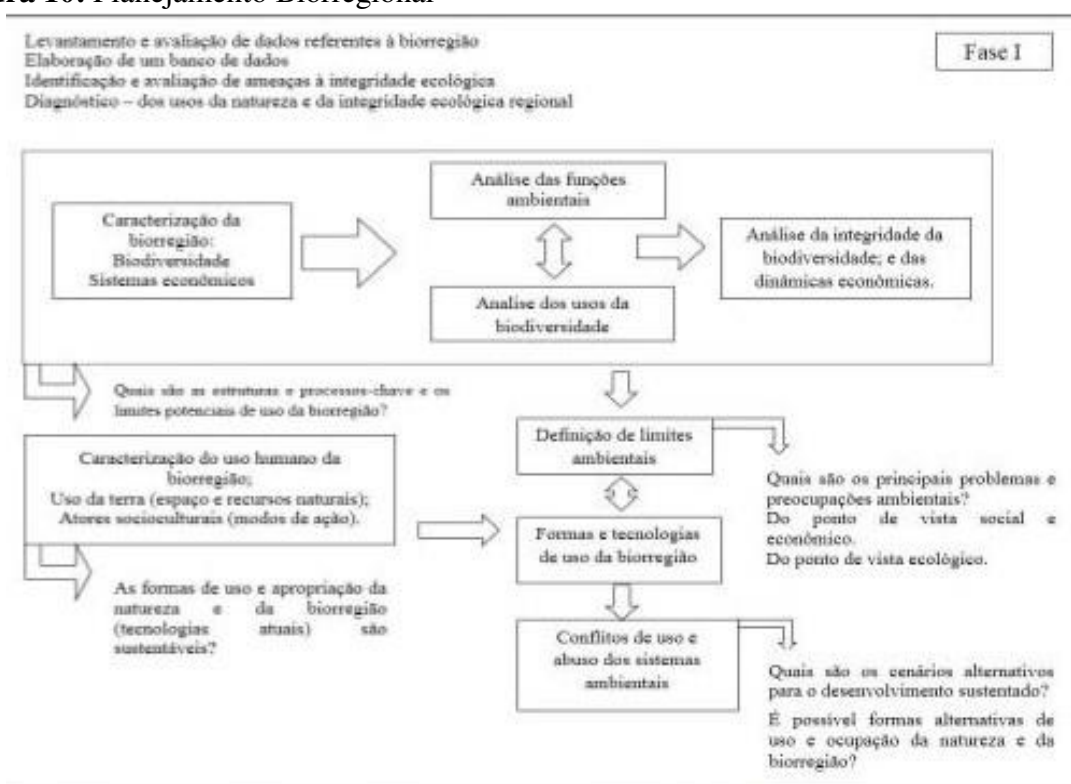
O planejamento biorregional para Miller (1997), é um processo organizador que facilita a cooperação entre as pessoas, objetivando adquirir informações, refletir sobre os problemas e as possibilidades da sua região, estabelecer metas, objetivos, definir atividades, implementar projetos, agregar informações cedidas pelas comunidades, avaliar os resultados e progressos e clarificar o seu enfoque. Este tipo de planejamento não é tão diferente do planejamento ambiental. A partir do prognóstico inicial, os grupos envolvidos, buscam estratégias e definem as atividades necessárias para atingi-lo, implementando projetos e ações em conjunto por meio de diálogos entre todos os sujeitos envolvidos.

Para Miller (1997) biorregião é um espaço geográfico, identificado por comunidades locais, agências governamentais e entidades científicas interessadas em garantir a sustentabilidade de seu processo de desenvolvimento, que contém um ou vários ecossistemas e caracteriza-se por suas formas terrestres, sua vegetação, sua cultura humana e sua história. O planejamento biorregional provem da biorregião como escala de execução. Esta escala é determinada conforme o reconhecimento ou vínculo que a comunidade local tenha e/ou dos objetivos de manejo e conservação da natureza. Apesar da maleabilidade das escalas da

biorregião para o planejamento, é preciso ter o conhecimento que uma biorregião “reflete a percepção da comunidade humana residente, através de seu senso de territorialidade ou de terra natal” (MILLER, 1997, p. 19).

De acordo com Tambellini (2007) o planejamento biorregional associa a base ecológica (ou a base física) sobre a qual os homens reproduzem o seu modo de vida, considerando a sua complexidade e dinamismo dos processos sociais e ecológicos, criando medidas para proteger, recuperar e sustentar a natureza e os modos de vidas a ela associados. Pires et al. (2004, p. 29), trata teoricamente gestão e planejamento como sinônimos, é interessante para se pensar a prática do planejamento biorregional. A partir da figura 10, faz-se um resumo das realizações para se construir um planejamento biorregional.

Figura 10: Planejamento Biorregional



Fonte: Pires et al. (2004, p. 30). Adaptação Reis (2022).

Observa-se a partir da figura 10, o primeiro desafio do planejamento biorregional, referente a análise das características biorregionais, como se encontra essa biorregião de forma ecológica e econômica. Nessa proposta o Autor sugere a identificação daquelas atividades relacionadas à exploração, de forma direta e indiretamente, dos recursos naturais, sobretudo focando os problemas e impactos gerados por esta exploração.

Logo mais, observar as comunidades daquela localidade, as formas como se apropriam do ambiente e suas percepções. Com base nessa identificação da comunidade local, a próxima etapa é a análise sistemática dos conflitos de uso dos sistemas ambientais e a busca por soluções destes conflitos. O quadro delineado por Pires et al. (2004), tem como foco principal os sistemas ecológicos. As questões sociais, culturais e econômicas ficam para outro momento, como a biorregião deve ser pensada em sua totalidade, o quadro do autor falta algumas questões relacionadas a natureza humana.

Dessa maneira conclui-se que não é possível elaborar estratégias de conservação da natureza diante de um quadro de pobreza, falta de mecanismo de geração de renda. Segue-se ainda que os problemas relacionados ecológicos envolvem outros, particularmente, as questões econômicas, sociais e culturais. Cada biorregião tem um conjunto de problemas específicos, por esse motivo, não há uma receita a se seguir. A flexibilidade aos contextos ecológicos e econômicos é indispensável, sobretudo com base na Ecologia das Paisagens apoiada pela análise de métricas.

3.5 As Métricas em Ecologia da Paisagem sob a Perspectiva Geográfica

Um dos principais objetivos da ecologia de paisagem é o uso e planejamento manuseando o grau de interatividade entre sociedade e natureza e como esta relação influencia na dinâmica estrutural da paisagem, protegendo a preservação dos ecossistemas que compõe a paisagem, impedindo alguma alteração em sua dinâmica (COSTA 2020).

Lang e Blaschke (2009 apud COSTA, 2020) conceituam Métricas da Paisagem como “métricas ou índices da paisagem correspondem às formas de quantificação da estrutura paisagística, que possibilitam a realização de avaliações analíticas da mesma”. As métricas da paisagem surgiram a partir do interesse de cientistas, gestores e sociedade no estudo da paisagem para analisar o tópico ambiental após o advento das geotecnologias nos anos de 1979 e 1980, que possibilitou a captura de imagens orbitais e processamento de imagens regulares. Este novo desenvolvimento científico permitiu que a paisagem fosse monitorada com certa frequência, e assim observar e registrar as transformações no território. Por esta utilidade, a utilização de métricas da paisagem é útil para gestão e planejamento ambiental e territorial.

Tornando-se de grande auxílio para gestão e planejamento ambiental e territorial, novos estudos e aprimoramentos foram realizados para aperfeiçoar as métricas da paisagem, neste caminho, dois modelos surgiram:

- a) Modelo de Biogeografia de Ilhas: modelo padronizado da paisagem, onde estuda particularmente áreas específicas, analisando o tamanho das manchas da paisagem e a conectividade e isolamento relacionado ao tamanho e grau nas manchas, que permite observar a frequência com que estas variáveis ocorrem e o que esperar delas como uma possível extinção de espécies ou migração da mesma ou colonização. Este modelo é útil para o planejamento de reservas naturais (METZGER 2001);
- b) Modelo do Mosaico da Paisagem: neste modelo a paisagem é analisada como um todo, a partir da forma e propriedade das manchas no espaço estudado, dividindo em classes para facilitar o estudo de forma fiel e autêntica da configuração na região estudada (COSTA 2020).

Sendo ambos modelos úteis para o avanço do estudo da paisagem, estas aplicadas a ecologia, assume uma visão mais ampla para áreas e conceitos de estudo. BENAVENTE (2010 apud GUSTAFSON, 1998) define métricas da ecologia da paisagem como necessária para “avaliar as características espaciais e territoriais dos processos ecológicos em relação ao conceito como fragmentação, diversidade, dominância, forma, isolamento, compacidade, alongamento, etc.”

Ambos os conceitos permitem que as métricas aplicadas a ecologia da paisagem em relação ao conceito de fragmentação proporcionam meios para analisar a fragmentação da paisagem no Centro de Endemismo Belém, localizado entre os Estados do Para, Tocantins e Maranhão no Brasil, investigar a origem das perturbações sofridas no território, como por exemplo: desmatamento e extinção de espécies endêmicas e quais caminhos seguir para finalizar ou controlar as fragmentações.

Embora a utilização de métricas para análise de índices quantitativos de padrões espaciais de imagem de fragmentação de paisagem seja algo de extrema utilidade, são poucos os estudos nesta área. É necessário que estudos neste campo seja desenvolvido, principalmente em regiões endêmicas, onde a coleta de informações sobre a dinâmica de vida dos animais e plantas irá permitir entender como ocorreu determinada formação endêmica (BRAZ et. al. 2017).

Estes estudos associados ao planejamento de áreas protegidas e manutenção dos ecossistemas, principalmente em reservas legais e principalmente em regiões endêmicas por ser conceituada como menor unidade geográfica para análises biogeográficas históricas, sendo então a base para a formulação de teorias sobre os processos responsáveis pela formação da biota regional (SANTOS, 2008), manutenção e preservação das dinâmicas, interações e influências nos processos bióticos e abióticos para preservação e manutenção da localidade estudada.

A utilização das métricas possibilita-se caracterizar os fragmentos e avaliar, no contexto da paisagem, a conectividade entre os remanescentes florestais. Os procedimentos utilizados para avaliar as métricas da paisagem e dos fragmentos florestais, consistiram na utilização do mapa de uso e cobertura da terra recente, com a reclassificação das classes e cálculo das métricas de área, e outras citadas nos objetivos.

Para os cálculos das métricas, fez-se necessário dividir as classes de uso em projetos diferentes, por conta da extensão da área. Dessa maneira, levou-se mais tempo para que os resultados fossem alcançados. A partir da tabela de atributo de cada classe de uso, calculamos as áreas, perímetro, Razão Perímetro área, e Índice de Patton, no QGIS. Verificou-se os resultados no QGIS, utilizando uma ferramenta capaz de calcular, de forma automatizada, uma variedade de métricas básicas e avançadas de paisagens, nomeadamente o plugin LecoS. No Quadro 2 apresentam-se as métricas aplicadas na presente pesquisa.

Quadro 2: Métricas aplicadas na presente pesquisa

Nome	Sigla	Equação
Número Total de Fragmentos	NP	$NP = n_i$
Tamanho da Área da Paisagem	TLA	$TLA = A \left(\frac{1}{10000} \right)$
Tamanho Médio das Manchas	MPS	$MPS = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{i} \left(\frac{1}{10,000} \right)$
Razão Perímetro Área	PARA	$PARA = \frac{P_{ij}}{A_{ij}}$
Índice de Patton	DI	$DI = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}}$
Densidade da mancha	PD	$PD = \frac{n_i}{A} * (10^4) * (100)$

Fonte: MCGARIGAL E MARKS (1995).

Nota-se, portanto, as métricas de paisagem que podem ser aplicadas em estudos desde etapas de planejamento, diagnóstico e manutenção de projetos ambientais em diferentes condições. A descrição das métricas adotadas neste trabalho é apresentada a seguir para um melhor entendimento dos índices utilizados na análise da paisagem:

- a) **Área total da paisagem (TLA):** expressa a soma de todas as manchas de todas as classes. Expressa a área total em estudo.
- b) **Número de fragmentos (NP):** Essa métrica quantifica o número de fragmentos presente em cada classe.
- c) **Área da Classe (CA):** Soma das áreas de todas as manchas de uma mesma classe. TAC é a soma das áreas (m²) das manchas de uma mesma classe dividida por 1000000 para conversão em Km² e 10000 para conversão em hectares.
- d) **Tamanho médio da mancha (MPS):** Média dos tamanhos (área) das manchas de uma mesma classe, ou de todas as manchas da paisagem. É a razão entre a área total da paisagem (A) e o número de manchas de uma mesma classe, ou da paisagem toda, (N), dividida 1000000 para conversão em Km² ou por 10000 para conversão em hectares.
- e) **Razão perímetro área (PARA):** A relação perímetro/área, de um modo geral segundo McGarigal (2012), pode ser utilizada como índice de complexidade da forma, relaciona o perímetro com a área, sendo que quanto maior for o perímetro (km) de um fragmento em relação à sua área (km²) mais a forma desse fragmento se distancia de uma forma estável, como um círculo.
- f) **Índice de Patton (PATTON,1975):** É um indicativo da forma do fragmento. É uma forma de mensuração matemática do efeito de borda em um fragmento florestal.
- g) **Densidade de fragmentos (PD):** Expressa a quantificação do número de fragmentos por unidade de área. É uma medida de heterogeneidade espacial expressa pelo número de fragmentos por unidade de área (km², ha, etc.).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise das métricas utilizadas no trabalho foram especializadas de modo a melhorar o entendimento da dinâmica da situação da fragmentação na paisagem., apresentadas no quadro 03.

Quadro 3: Resultados da aplicação das métricas no Centro de Endemismo Belém.

Métrica	Formação Florestal	Mangue
Nº das classes	3	5
Número de fragmentos	683.530	20.178
Área da classe (m ²)	120.019,000.000.000	5.939,410.000.000
Área da classe (%)	95,28	4,72
Área da classe (km ²)	120.019,00	5.939,00
Área média dos fragmentos (km ²)	0,175	0,294
Razão perímetros x áreas do total de "manchas" (km/km ²)	91,43	0,095
Índice de Patton (km ²)	29,08	7,6
Densidade dos fragmentos	1,01	0,02

Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

O número de fragmentos florestais do CEB para o ano 2020 foi contabilizado de acordo com as duas classes trabalhadas, na classe de uso “formação florestal” tem-se 683530 unidades, e na classe de uso “mangue” 20.178 unidades. A área total de manchas florestais da classe de uso “formação florestal” foi equivalente a 120.019 km², e “mangue” de 5.939 km², correspondendo a 95,28% e 4,72% de todas os fragmentos nativos remanescentes no contexto da área total do CEB.

Relacionado ao Tamanho Médio do Fragmento (MPS), essa métrica é resultado da soma do tamanho das manchas dividido pelo número de manchas, enquanto que o número de

fragmentos (NUMP) apresenta o número total de manchas na paisagem/classe (JUVANHOL et al., 2011). Demonstra o grau de alteração da área analisada, por meio da forma dos fragmentos da paisagem, na forma de círculo (características naturais) ou um quadrado (antropizadas), permitindo a análise do nível de resiliência e suscetibilidade ambiental (WALZ, 2011).

De acordo com McGarigal e Marks (1995) paisagens que apresentam menores valores para o tamanho médio de fragmentos, devem ser consideradas como mais fragmentadas. Ressalta-se que quando o MPS se eleva, observa-se que o NUMP tende a diminuir. Dessa maneira, pode-se dizer que a classe de mangue apresenta fragmentação baixa, visto que são APPs.

Quanto à forma, a razão perímetro-área foi 91,43 (formação florestal), e 0,095(mangue). Essa relação fornece informações sobre a circularidade do fragmento. A circularidade reage positivamente em relação ao efeito de borda, preservando com mais eficiência o núcleo da parcela, pois a influência externa nesse ambiente é moderada pelo contorno da vegetação (IRGANG et al., 2007).

O Índice de Patton (Patton,1975), utiliza área e perímetro do fragmento, consegue quantificar o efeito de borda através da análise de complexidade de forma do fragmento, ou seja, quanto maior o valor do índice de Patton, mais complexo é a forma do fragmento, que resulta em uma maior probabilidade de ocorrer maior número de micro habitats e maior efeito de borda.

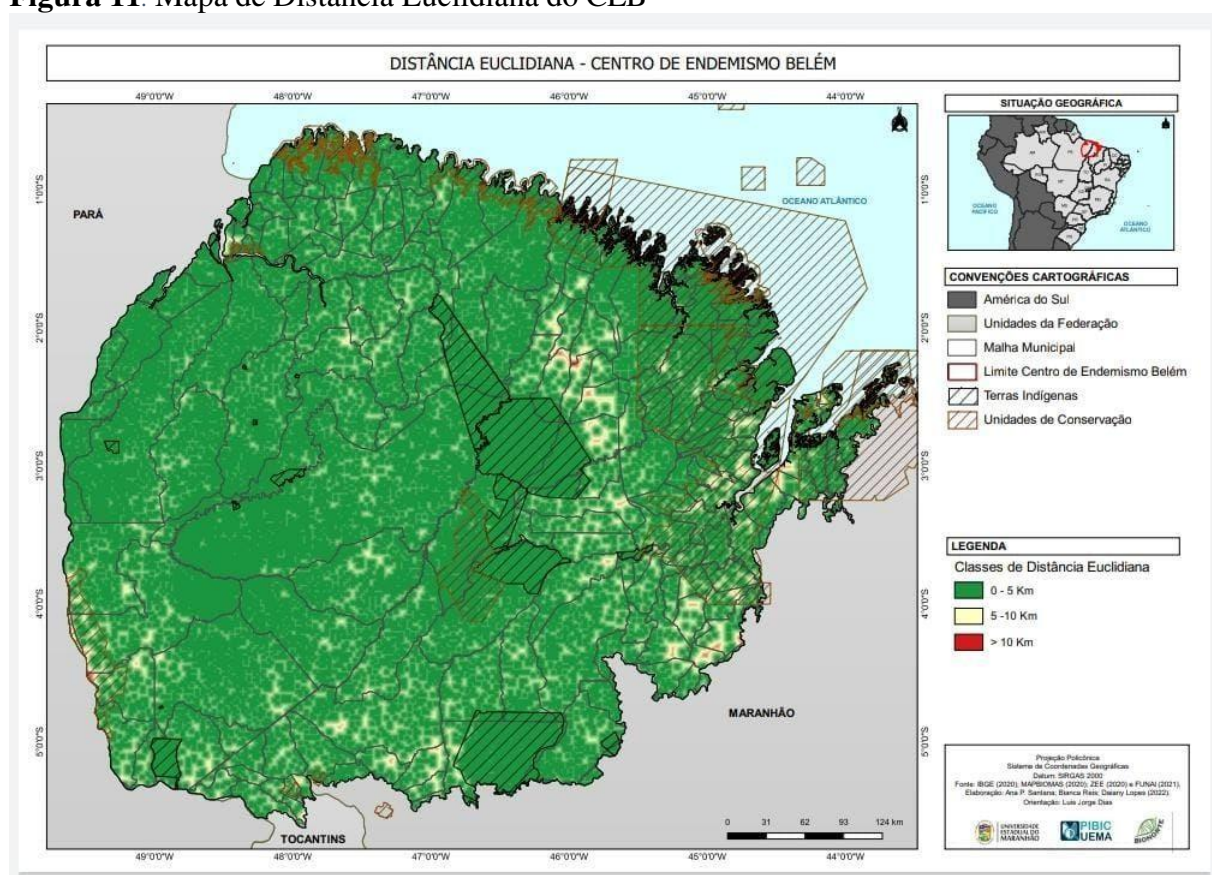
Segundo Riboldi et al. (2017), quanto maior o valor do Índice de Patton, maior a probabilidade de microambientes e maior a complexidade dos fragmentos. Contudo, quanto maior a proporção de biota em relação a área do fragmento, maior será o efeito de borda. Os valores de D.I variam entre 1 (círculo perfeito) e infinito (formas não circulares) (Harvey e Sáenz,2008). Analisando os fragmentos florestais do CEB, percebe-se que as classes de uso apresentaram Índice de Patton superior a 1,25 onde formação Florestal apresentou 29,08 e mangue 7,6, demonstrando alta complexidade dos fragmentos trabalhados.

A densidade dos fragmentos por sua vez, está relacionada ao número de fragmentos por km². Isto é, de acordo com os resultados das métricas de densidade, temos uma densidade de fragmentos, relacionado a classe de uso de 1,01 (Formação Florestal) e 0,02 (Mangue), ou seja uma mancha de formação florestal para cada km². Demonstrando assim, que algumas espécies precisam de habitats florestais maiores.

4.1 Análise das Conexões de Paisagem e dos Fragmentos no Centro de Endemismo Belém

A distância euclidiana mede a distância (m) mais curta em linha reta entre uma mancha e seu vizinho mais próximo da mesma classe (MCGARIGAL e MARKS, 1995). Quanto maior o valor deste parâmetro, mais isolado está o fragmento. Foi adotada a distância em km devido a extensão da área estudada, dessa maneira as distâncias resultantes foram agrupadas em três classes, que configura o grau de isolamento do fragmento na paisagem: conectado (0-5 km), pouco conectado (5-10 km) e isolado (mais de 10 km), apresentado na figura 11.

Figura 11: Mapa de Distância Euclidiana do CEB



Fonte: Registro da pesquisa (2022).

A distância Euclidiana apresenta-se como indicador importante para a avaliação de metapopulações que dependem do número e arranjo espacial das manchas, em que a probabilidade de uma mancha de habitat ocupada está diretamente relacionada com a proximidade com outras manchas. Essa métrica representa o isolamento da mancha, onde também traz informações sobre os efeitos da sucessão ecológica, pois a vizinhança influencia

na resposta sucessional do ambiente perturbado (MCGARIGAL, 2001). Geralmente as interações ecológicas entre espécies variam de acordo com a distância, um exemplo é a concorrência por recursos entre as plantas (MCGARIGAL, 2001).

Recapitulando, as fragmentações no Centro de Endemismo se deram no início de sua ocupação por meio da introdução da urbanização desordenada, não considerando que a área desmatada destinada a ocupação humana exercia uma importante função para a manutenção e preservação das espécies ali presentes. Hoje, cinco dos oitos centros de endemismo, incluindo o CEB, estão localizados no arco de desmatamento, nome que simboliza as regiões com maiores índices de desmatamento em toda a Amazônia.

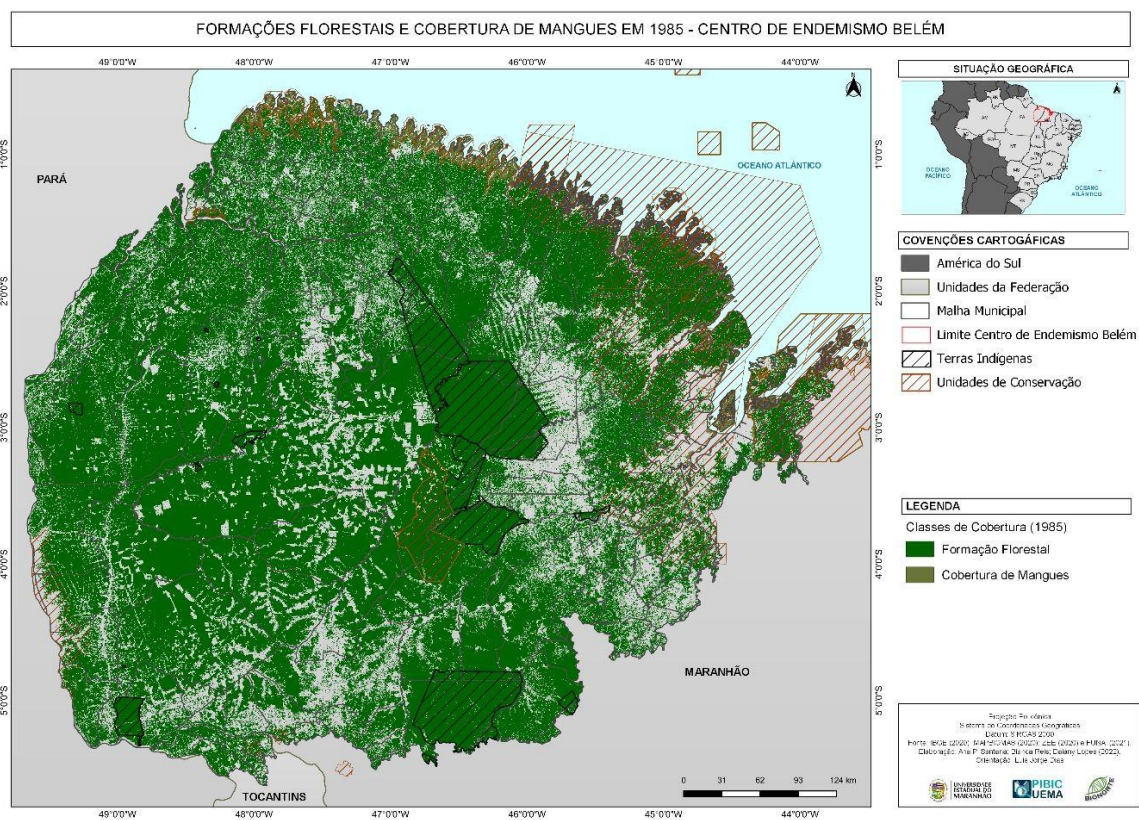
Um cuidado que deve ser levado em consideração é a função de cada espécie para a manutenção da vida em determinada localidade, isso porque a perturbação causada pela fragmentação dos habitats naturais são os principais responsáveis pela perda de espécies que ao provocar o isolamento de áreas fragmentadas, causa alteração na:

- a) dinâmica das populações da fauna e flora, por se tratar de uma área endêmica, o ambiente fornece meios necessários para manutenção da vida daquelas espécies, sendo algumas dependentes de outras, logo, a perda de uma espécie pode provocar a extinção da (s) espécie (s) dependente (s) principalmente na borda das fragmentações que é o local com maior variação paisagística e findoura da vida;
- b) alteração dos cursos de águas, onde a título de exemplo, o assoreamento, que com a ausência de vegetação nas margens do rio devido ao desmatamento permite a acumulação de terra, matéria orgânica e resíduos prejudiciais no fundo dos rios, tendo como resultado final, a morte de seres aquáticos e secagem do rio;
- c) dinâmica climática na região, pois as alterações no clima do CEB com desmatamento e queimadas (com a retirada de vegetação nativa que protege o solo da erosão e absorção de dióxido de carbono (CO₂) e liberando o CO₂ armazenado nas árvores, o CO₂ não absorvido pela floresta é devolvido e concentrado na atmosfera gerando gás-estufa, acarretando um total desequilíbrio climático em todo o globo) afetam diretamente a diversidade da flora e ordenação das espécies pois ao alterar o processo climático, as temperaturas aumentam, as espécies são expostas a algo novo e a não adaptação, pode resultar em extinção.

A modificação da paisagem não é um impacto isolado, ela está nitidamente ligada a muitos outros danos. Cada modificação na paisagem, provoca consequências diferentes para

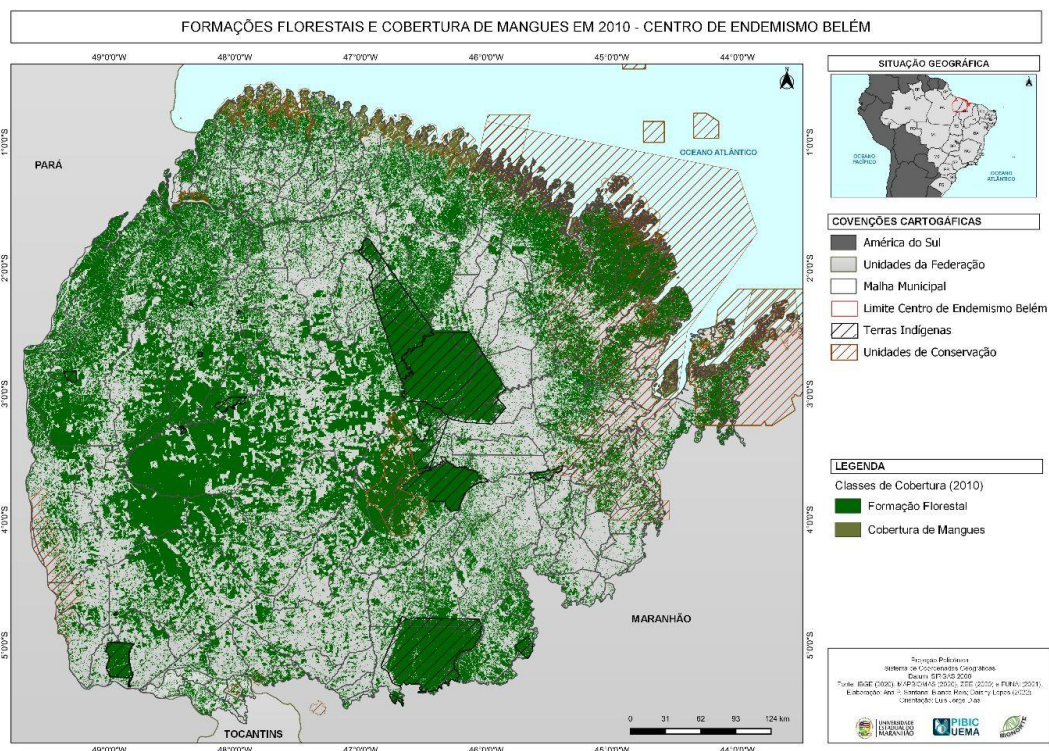
cada região. Nas Figuras 12, 13 e 14 pode-se perceber as mudanças que ocorreram em alguns anos.

Figura 12: Mapa de formações Florestais e cobertura de mangues do CEB em 1985



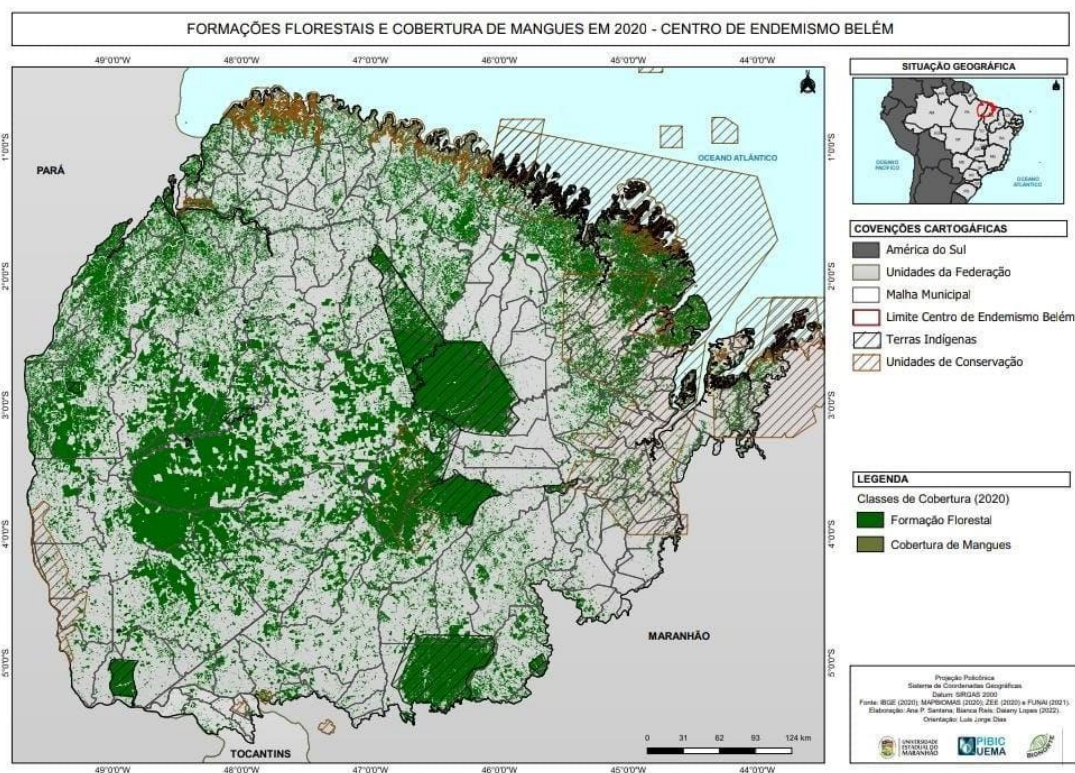
Fonte: Registro da pesquisa (2022).

Figura 13: Mapa de formações Florestais e cobertura de mangues do CEB em 2010



Fonte: Registro da pesquisa (2022).

Figura 14: Mapa de formações Florestais e cobertura de mangues do CEB em 2020



Fonte: Registro da pesquisa (2022).

Os processos de desintegração no CEB ocorreram intensamente comparando os mapas seguindo as décadas mencionadas. Observa-se nas figuras apresentadas, que no decorrer das

décadas as áreas com menos desmatamento, foram justamente as áreas onde existe as UC's e as TI's , que estão amparadas pela legislação. Os manguezais são classificados pelo Código Florestal (art. 4º, VI e VII, da Lei n. 12.651/2012) como Área de Preservação Permanente (APPs), em toda sua extensão, podendo ser suprimidas em casos específicos previstos nas próprias normas federais, tais como quando o empreendimento for de utilidade pública e/ou interesse social.

Em suma, a proteção legal dessas áreas apresenta-se como imprescindível. METZGER (2006) comenta que várias teorias foram utilizadas para compreender as paisagens fragmentadas, mas a partir da mudança do conceito “fragmentos para rede” para “fragmentos conectados por fluxos biológicos” houve um desenvolvimento significativo. Nessa mudança, a preservação e perpetuação de uma espécie procede se ela receber “fluxos biológicos de fragmentos vizinhos”, para isso, uma matriz homogênea de manchas ecossistêmicas, possibilitando a conexão/interação dos fluxos biológicos e aumento da conectividade. O método proposto neste trabalho é aplicação de corredores ecológicos.

A Lei de número 9.985 de julho de 2020 conceitua corredores ecológicos como porções de ecossistemas naturais ou seminaturais, ligando as unidades de conservação, possibilitando dessa maneira o fluxo gênico, o movimento e a dispersão das espécies, recolonizando as áreas degradadas, assim como a manutenção de populações que necessitam de áreas com extensão maior para sobreviver.

A aplicação de corredores ecológicos para ligar os fragmentos endêmicos no CEB é um meio para conservação das espécies, pois dessa maneira promove conexão das áreas, possibilitando uma integração entre as espécies, garantindo que o restante da biodiversidade presente, tenha progresso. Para isso, é necessário que cada fragmento seja estudado com profundidade por meio de métricas avaliando dados da “demografia, capacidade de dispersão, interações entre espécies, preferências alimentares e ambientais”, afim de identificar quais espécies construirá estes corredores. (METZGER, 2006).

De certo que as chances de existir uma única espécie que sirva de suporte para todas as espécies nos fragmentos, são mínimas, neste caso, a escolha de uma ou mais espécies levando em consideração a singularidade e exigências de cada espécie, amplitude e história de vida é mais familiar nos fragmentos, torna-se uma opção plausível para chegar ao objetivo final. (METZGER, 2006).

4.2. O Centro de Endemismo Belém: condições para um planejamento geológico e biogeográfico

Baseado no que foi relatado, a necessidade de um planejamento biogeográfico e ecológico através da categoria CEB é indispensável para que o centro de endemismo Belém tenha corredores ecológicos que permitam acesso seguro as áreas fragmentadas é importante que seja realizado um planejamento biogeográfico, garantindo assim a eficácia da ação proposta, os fatores considerados são:

- a) singularidade e exigências de cada espécie;
- b) dinâmica populacional;
- c) capacidade de sociabilidade/interação;
- d) alimentação;
- e) capacidade de procriação;
- f) dependência biológica;
- g) localidade da fragmentação;
- h) seguridade no ambiente;
- i) geografia ambiental da área.

O planejamento deve ser realizado com a cooperação da União, Estados, Municípios e Sociedade, onde cada um desses órgãos atuará individualmente na parte definida que lhe corresponde e em conjunto com organizações ambientais interessadas, cooperando nos estudos biogeográficos, ações que visem o despertar a conscientização e empatia com a natureza, principalmente entre os habitantes próximos.

O Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMbio) em seu site oficial, apresenta como principal ponto estratégico da aplicação de corredores ecológicos a “ordenação do território” integrando um mosaico de “comunidades e Unidades de Conservação”, visando a ampliação da biodiversidade e desenvolvimento sustentável.

A conexão dessas formações florestais servirá de abrigo para as espécies em fragmentações menores. A continuação de estudos e aplicações de corredores ecológicos entre ecossistemas, preservará a biodiversidade restante é um dos passos rumo a preservação e expansão das áreas ecossistêmicas.

4.3. Indicativos de Cenários Prospectivos Aplicados ao CEB

O exercício de elaborar cenários, também denominado prognósticos, embora seja algo já bastante antigo, pouco teve capilaridade no planejamento e ordenamento dos territórios. Dada a recorrência de fenômenos espasmódicos, como os associados ao clima e à drenagem, mormente em ambientes urbanos e periurbanos têm dado a tônica para uma introdução, mesmo que tímida, dessas propostas quando ao assunto é Maranhão.

Contudo, apenas esforços como o Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Maranhão nas etapas Bioma Amazônico e Bioma Cerrado e Sistema Costeiro conseguiram evidenciar parte do território estadual na acepção de cenários críveis de curto e médio prazos (IMESC; 2019; DIAS et al., 2021). Some-se a isso as contribuições de Marques e Marques (2013) e Marques (2016), esforço seminal e estrutural dessa metodologia aplicada ao conjunto das terras maranhenses.

Dessa feita, precisa-se definir cenários para que se tenha condições de prosseguir nas análises e proposições que serão demonstradas. Ao considerar que eles são exercícios técnico-científicos baseados no conhecimento do território analisado através de diagnósticos que, vistos sob uma lógica sistêmica de encadeamento de fatos e processos lógicos e sucessivos, podem ser geradas possibilidades de futuros tendenciais e alternativos. E são essas realidades alternativas que condicionam tomadas de decisão (ou não), que podem levar ao sucesso do enfrentamento de problemas ou mesmo a situações diametralmente opostas, que engendram perspectivas de baixa atenção dada ao território na forma de políticas públicas, que pode concorrer para caos setorizados ou areolarmente estendidos (AB'SÁBER, 2006).

É importante vislumbrar instrumentos de planejamento, gestão territorial e de medidas de ações resolutivas de curto, médio e longo prazo. Estas medidas são objetivas para o uso em apontamentos de problemáticas, mitigações e complexidade de resoluções, o que é abordado nesse estudo a partir de atributos qualitativos e quantitativos, seguindo a perspectiva demonstrada a seguir:

- **Magnitude:** nesse atributo a problemática de vulnerabilidade ambiental será relativa à dimensão de alcance no espaço territorial, ressaltando se a abrangência atinge uma área pontual; um bairro ou *vários* bairros;
- **Reversibilidade:** atributo determinante para indicar o grau da vulnerabilidade, por intermédio de reversibilidade, do ponto de vista a saber se o agravamento é reversível; parcialmente reversível ou irreversível.

- **Entes para resolução:** questão relacionada aos entes de tomada de decisão e, dessa forma, cada iniciativa resolutiva por parte do poder público é estabelecida por responsabilidade de seus gestores públicos em categoria de unidades e do território de gestão, sendo assim apenas sendo responsabilidade do município; município + município; município + estado ou município + estado + união.
- **Tempo para a resolução:** em circunstância de mitigação dos problemas de vulnerabilidade ambiental são ponderados prazos para as resolutivas em: curto prazo para até 04 anos; médio prazo para até 08 anos e longo prazo para mais de 08 anos.

Evidentemente, toda a concepção aqui abordada apresenta-se como uma síntese de cenas atuais levantadas como problemáticas integradas no CEB, com perspectiva de resolução e de indicação de estratégias de mitigação de danos ou perturbações antropogênicas. Ademais, para o estabelecimento dos atributos qualitativos foram consideradas as notas atribuídas de 1 a 3 para os aspectos magnitude, reversibilidade e tempo para a resolução; e de 1 a 4 para o aspecto de entes para a resolução, conforme indicado no Quadro 04.

Quadro 4: Demonstrativos de valores indicados para os atributos qualitativos dos cenários construídos para o CEB.

ATRIBUTO QUALITATIVO	TIPOLOGIA DE ATRIBUTOS QUALITATIVOS	VALORES QUANTITATIVOS ATRIBUÍDOS
Magnitude	Local	1
	Regional	2
	Macrorregional	3
Reversibilidade	Reversível	1
	Parcialmente reversível	2
	Irreversível	3
Entes para a resolução	Esfera Municipal	1
	Esfera Estadual	2
	Esfera Municipal + Esfera Estadual	3
	Esferas Municipais + Esfera Estadual + Esfera Federal	4
Tempo para resolução	Curto prazo (até 04 anos)	1
	Médio prazo (até 08 anos)	2
	Longo prazo (> 08 anos)	3

Fonte: Adaptado de DIAS; CATUNDA (2021).

Por conseguinte, a complexidade de resolução das vulnerabilidades elencadas no Quadro 05 e Figura 15, de maneira resumida, deveria ser dividida em três parâmetros, a partir das somas totais:

- **Resolução Objetiva** – quando o valor total for equivalente a 04;
- **Resolução Parcialmente Objetiva** – quando o valor da soma total estiver entre os valores de 05 a 09;
- **Resolução Complexa** – quando a soma total estiver acima de 09.

Quadro 5: Indicativos de cenários avaliados para o CEB.

Nº CENÁRIO	DESCRITORES			ATRIBUTOS QUANTITATIVOS				
	TIPO DE CENÁRIO DE FRAGILIDADE	DESCRIÇÃO DO CENÁRIO DE FRAGILIDADE	PROPOSTAS PARA A MITIGAÇÃO OU RESOLUÇÃO DO CENÁRIO DE FRAGILIDADE	MAG	REV	ENTE S	TEMP . RES.	COMPL
A	ALTA DINÂMICA DE FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL	Consequência dos processos de conversão dos ecossistemas naturais em ambientes alterados em função das pressões antropogênicas	Ampliação das atividades de restauração das paisagens através de investimentos públicos e privados na consolidação de corredores ecológicos, sobretudo ligando as áreas protegidas com as áreas prioritárias para a conservação	3	2	4	3	12

Nº CENÁRIO	DESCRITORES			ATRIBUTOS QUANTITATIVOS				
	TIPO DE CENÁRIO DE FRAGILIDADE	DESCRIÇÃO DO CENÁRIO DE FRAGILIDADE	PROPOSTAS PARA A MITIGAÇÃO OU RESOLUÇÃO DO CENÁRIO DE FRAGILIDADE	MAG	REV	ENTES	TEMP. RES.	COMPL.
B	REDUÇÃO DAS ÁREAS DE REFÚGIO DA BIODIVERSIDADE	Resultado de desafios impostos por pressões antropogênicas, causando a alteração do ecossistema natural, impossibilitando garantir condições de existência ou reprodução de espécies ou comunidade da flora e fauna	Aumento da proteção das áreas de refúgio, elaboração de atividades de restauração da paisagem	3	2	4	1	10
C	MAXIMIZAÇÃO DO EFEITO DE BORDA NA PERDA DE HABITATS	Consequência da alteração do ambiente por usos diversos, diminuindo o tamanho do fragmento e assim isolando, culminando na perda da biodiversidade	Procedimentos de manejo ambiental pode reduzir os impactos do isolamento de uma área de vegetação nativa, preservando parte dos seus recursos e da biodiversidade	3	2	4	1	10
D	DIVERSIFICAÇÃO DOS PADRÕES E PRESSÕES DE USO NO TERRITÓRIO	Resultado de variados tipos de uso devido a Amazônia possuir um grande potencial econômico, contribuindo com a intensificação do processo de desmatamento, onde as áreas de florestas são substituídas por outro tipo de cobertura e usos	Cobrança da aplicação dos limites mínimos de reserva legal e utilizando de técnicas de sensoriamento remoto para avaliação e controle dos órgãos ambientais, assim a área utilizada terá ainda uma parte de cobertura vegetal nativa, conectando-se a corredores ecológicos	3	2	4	1	10

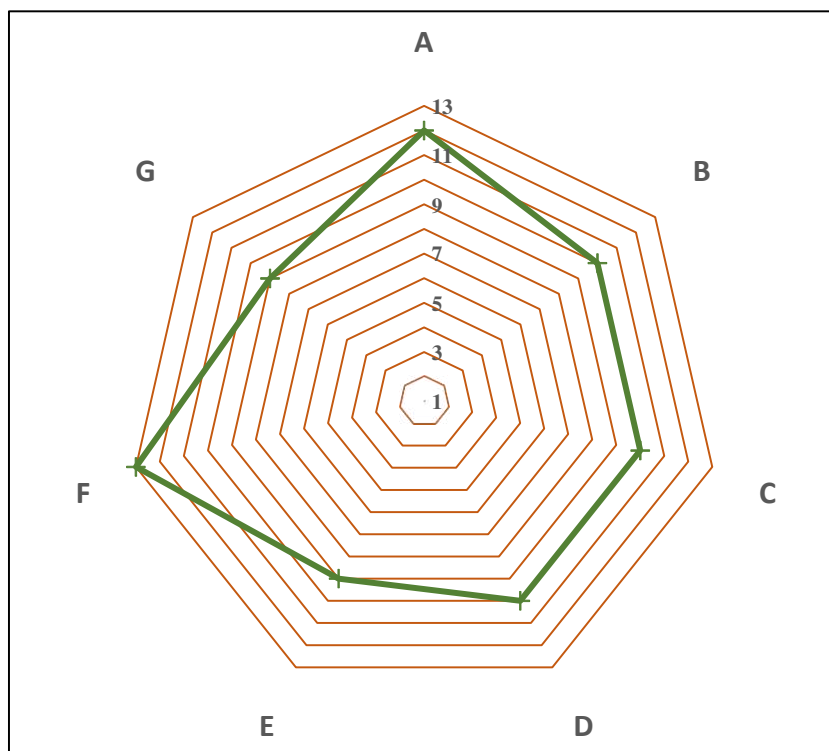
Nº CENÁRIO	DESCRITORES			ATRIBUTOS QUANTITATIVOS				
	TIPO DE CENÁRIO DE FRAGILIDADE	DESCRIÇÃO DO CENÁRIO DE FRAGILIDADE	PROPOSTAS PARA A MITIGAÇÃO OU RESOLUÇÃO DO CENÁRIO DE FRAGILIDADE	MAG	REV	ENTES	TEMP. RES.	COMPL
E	AUMENTO DOS FOCOS ATIVOS DE CALOR	Resultado da retirada de cobertura vegetal, e práticas econômicas desenvolvidas na região, causando o desmatamento, diminuição da circulação das águas superficiais, alteração na temperatura e umidade, perda da biodiversidade	Monitoramento dos focos ativos de calor, informações meteorológicas, técnicas de prevenção ao surgimento de focos de calor	2	2	4	1	9
F	AUMENTO DO NÚMERO DE FRAGMENTOS E DIMINUIÇÃO DO TAMANHO DOS FRAGMENTOS	Resultado do aumento das pressões de uso antropogênicos, ou fatores naturais, causando a quebra dos fragmentos por meio de alguma barreira, podendo ser uma plantação, desmatamento, dividindo em partes o que era uma área contínua, fazendo com que essa área adquira condições ambientais diferentes	Aumento da proteção dos remanescentes, replantio de espécies nativas, conectividade por meio de corredores ecológicos	3	3	4	3	13
G	FISCALIZAÇÃO DAS ÁREAS PRIORITÁRIAS	Atuação dos órgãos ambientais responsáveis, no monitoramento de infrações nas áreas de grandes pressões	Regularização ambiental de algumas áreas, efetiva fiscalização em campo e com o apoio de técnicas de sensoriamento remoto, ferramentas de análise de desmatamento	2	2	4	1	9

Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

Legenda: MAG. = Magnitude; REV. = Reversibilidade; ENTES = Entes responsáveis pela resolução; TEMP.

RES. = Tempo para a Resolução do Problema; COMPL. = Complexidade do Problema.

Figura 15: Radar de Cenarização prevista para o CEB



Fonte: Registros da Pesquisa (2022).

O radar de cenarização prevista para o CEB, foi organizado a partir das informações expostas no quadro 5, fez-se a utilização do radar para uma melhor visualização, nos cenários trabalhados. Contudo, dadas as quantidades de variáveis antropogênicas presentes no contexto do CEB, todas as soluções apresentam cenários de resolução complexa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na área do centro de endemismo Belém (CEB), foram analisados e caracterizados sua constituição desde sua formação paisagística que exhibe uma estrutura, função e mudanças importantes para o local e entre outros constituintes importantes que foram desenvolvidos ao longo da pesquisa.

Com a caracterização da área de estudo Centro de Endemismo Belém, assim como sua localização geográfica, os principais motivos de transformações na paisagem ocasionaram mudanças no âmbito interno e externo da paisagem na região nos últimos anos.

Batista (2014), configura a dinâmica da paisagem a partir da interpretação através de métricas, que podem medir e descrever a estrutura espacial dos fragmentos, classes de fragmentos, ou da totalidade. Dentro de um mosaico aplicado na área, foi observado como os padrões e interações mudam ao longo do tempo, levando em consideração o desenvolvimento e a dinâmica sobre os efeitos aplicados aos processos importantes para a área do centro de endemismo.

As métricas aplicada a ecologia contribuiu positivamente para a compreensão dessas mudanças nas áreas atingidas, levando a pesquisa a um entendimento detalhado. As métricas relacionadas apenas as formações florestais se mostraram mais complexas, o que possivelmente é resultante dos processos de transformação da paisagem, que apresentam uma tendência de suprimir a vegetação nativa para atender as áreas que apresentam maior demanda socioeconômica.

Desse modo, o estudo das métricas da paisagem se mostra pertinente para fins de diagnóstico e conhecimento da distribuição espacial. Ademais, possibilita o estabelecimento de estratégias de conservação e recuperação para esses remanescentes, bem como auxilia na identificação de áreas prioritárias para a preservação com o intuito de promover a manutenção da biodiversidade e restabelecer o equilíbrio ecológico, e desta forma, cumprir os objetivos propostos no trabalho a partir da metodologia proposta. As informações sobre a área analisada são recentes de modo que podem ocorrer mudanças que modifiquem ou não tais informações que levem mudanças ao Centro de Endemismo Belém.

REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, Aziz Nacib. Bases conceituais e papel do conhecimento na previsão de impactos. In: MÜLLERPLANTENBERG, Clarita; AB'SÁBER, Aziz Nacib (orgs.). **Previsão de impactos: o estudo de impacto ambiental no Leste, Oeste e Sul. Experiências no Brasil, Rússia e Alemanha.** 2. ed. São Paulo: EDUSP, 2006. p. 27-49.
- AYRES, J. M. & R. BEST. 1979. Estratégias para a conservação da fauna amazônica. *Acta Amazônica* 9(4): 81-101.
- BECKER, B. K. 2001. Revisão das políticas de ocupação da Amazônia: é possível identificar modelos para projetar cenários? *Parcerias Estratégicas* 12: 135-159.
- BENAVENTE, F, A. **Aplicación de métricas de ecología del paisaje para el análisis de patrones de ocupación urbana en el Área Metropolitana de Granada.** *Anales de geografía de la Universidad Complutense. Granada, Espanha.* V, 30. N, 2 P. (9-28), setembro, 2009.
- BRAZ, I. C.; PEREIRA, j. L. G.; FERREIRA, I. V.; THALÊS, m. C. **A situação das áreas de endemismo da Amazônia com relação ao desmatamento e às áreas protegidas.** *Boletim de geografia, maringá.* V. 34, n. 3, (p. 45-62), maio, 2017.
- CARVALHO, C. J. B. **Padrões de endemismos e a conservação da biodiversidade.** *Megadiversidade,* V 5, N. 1-2, (P. 77-86), dezembro, 2009.
- CASTRO, Iná Elias de. Paisagem e turismo. De estética, nostalgia e política. **Turismo e paisagem. São Paulo: Contexto,** p. 121-140, 2002.
- CAVALCANTI, L. C. S. *Cartografia de Paisagens: fundamentos.* São Paulo: Oficina de Textos, 2014.
- CHÁVEZ, E. S.; RODRIGUEZ, J. M.; CAVALCANTI, L. C. S.; BRAZ, A. M. *Cartografia de los paisajes: teoría y aplicación.* In: *Physis Terrae,* v. 1, n. 1, p. 7-29, 2019.
- CHRISTOFOLETTI, A. *Modelagem de Sistemas Ambientais.* São Paulo: Edgard Blucher, 2ª Ed. 1999.
- DIAS, Luiz Jorge Bezerra da Silva; NEVES JÚNIOR, Cosme do Nascimento; MENDES, Jéssica Neves; PINHEIRO, Samyra Yanka; REIS, Vívian Costa Santos. Dinâmicas socioeconômicas, culturais e pressões de uso no contexto do Bioma Cerrado e do Sistema Costeiro do Maranhão. In: DIAS, Luiz Jorge Bezerra da Silva; CATUNDA, Paulo Henrique

Aragão; CARVALHO, Dionatan Silva; PORTELA, Anny Karolyny Oliveira (orgs.). **Sumário Executivo do Zoneamento Ecológico Econômico do Maranhão (ZEE-MA):** meio socioeconômico, arranjos jurídicos-institucionais, dinâmicas de sobreposições e usos e cobertura da terra – Etapa Bioma Cerrado e Sistema Costeiro. v.2. São Luís: IMESC, 2021. p. 183-204.

FORMAN, R.T.T. Land Mosaics: the ecology of landscapes and regions. Cambridge University Press, Cambridge. 1995.

FORMAN, RTT.; GODRON, M. 1986. Landscape Ecology. New York, John Wiley & Sons. 619p.

GOMES ROCHA, Jancerlan. **Modelagem de conhecimento e métricas de paisagem para identificar e analisar padrões espaciais em ambiente de caatinga.** 2011. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

GUARIZ, Hugo Roldi; GUARIZ, Francisco Roldi. Avaliação do tamanho e forma de fragmentos florestais por meio de métricas de paisagem para o município de São Roque do Canaã, noroeste do estado do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 05, p. 2139-2153, 2020.

GUSTAFSON, Eric J. Quantificando o padrão espacial da paisagem: qual é o estado da arte?. **Ecosistemas**, v. 1, n. 2, pág. 143-156, 1998.

IMESC – Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos. **Prognóstico e Cenarização – Etapa Bioma Amazônico.** São Luís: IMESC, 2019. 59 p.

JUVANHOL, Ronie Silva et al. Análise espacial de fragmentos florestais: caso dos Parques Estaduais de Forno Grande e Pedra Azul, estado do Espírito Santo. **Floresta e Ambiente**, v. 18, n. 4, p. 353-364, 2012.

LANG, S., BLASCHKE, T. **Análise da paisagem com SIG.** São Paulo: Oficina de Textos, P. (1-424) 2009.

L9985. Planalto.gov.br. Disponível em:

<https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm#:~:text=DAS%20DISPOSI%C3%87%C3%95ES%20PRELIMINARES-,Art.,gest%C3%A3o%20das%20unidades%20de%20conserva%C3%A7%C3%A3o.>. Acesso em: 20 dez. 2022.

MARQUES, Valter José; MARQUES, Suely Saferty. Cenários da geodiversidade do Maranhão. In: BANDEIRA, Íris (org.). **Geodiversidade do estado do Maranhão**. Programa Geologia do Brasil – PGB. Levantamento da Geodiversidade. Teresina: CPRM, 2013. p. 231-256.

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

MCGARIGAL, K.; MARKS, B. J. FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-351. Portland, OR: US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 1995. v. 351. 122 p. Disponível em: . Acesso em: 17 de junho 2022.

McGarigal, K., SA Cushman, MC Neel, and E Ene. 2002. FRAGSTATS v3: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. Computer software program produced by the authors 66 at the University of Massachusetts, Amherst. Available at the following web site: <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>.

McGarigal, K., SA Cushman, and E Ene. 2012. FRAGSTATS v4: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical and Continuous Maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. Available at the following web site: <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>

MARTENSEN, A. C.; PIMENTEL, R. G.; METZGER, J. P. **Relative effects of fragment size and connectivity on bird community in the Atlantic Rain Forest: Implications for conservation**. *Biological Conservation*, v.141, n.3, p.2184-92, 2008.

METZGER, J. P. **O que é ecologia de paisagens?** *Biota Neotropica*. Campinas/SP. V.1, n. 1-2, (P. 1-9). Outubro, 2001.

_____. **Como lidar com regras pouco óbvias para conservação da biodiversidade em paisagens fragmentadas**. *Natureza & Conservação*, v. 4, n. 2, p. 11-23, 2006. Tradução. Acesso em: 19 dez. 2022.

METZGER, J. P; BUSTAMANTE M. M.C; FERREIRA, J., FERNANDES G. W; LIBRÁN-EMBIDE, F; D. PILLAR, V; PRIST, P. R; RODRIGUES R. R; VIEIRA I. C. G; OVERBECK G. E. **Perspectives in ecology and conservation: Why Brazil needs its Legal Reserves**. Published by Elsevier Editora Ltda. on behalf of Associação Brasileira de Ciência

Ecológica e Conservação. V. 17, N. 3, P. (104-116), julho-setembro de 2019. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2019.07.002..>

MILLER, K.R. Em busca de um novo equilíbrio: diretrizes para aumentar as oportunidades de conservação da biodiversidade por meio do manejo biorregional. Brasília: IBAMA, 1997.

MORRONE, J.J. 1994. On the identification of areas of endemism. *Systematic Biology* 43: 438-441.

MORRONE, J.J. & J.V. Crisci. 1995. Historical biogeography: introduction to methods. *Annual Review of Ecology and Systematics* 26: 373-401.

MOSAICOS e Corredores Ecológicos. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, ICMBio, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/mosaicosecorredoresecologicos>. Acesso em 23 de fevereiro de 2022.

MOURA, D. V; SIMÕES, C. S. **A EVOLUÇÃO HISTÓRICA DO CONCEITO DE PAISAGEM.** AMBIENTE & EDUCAÇÃO. V.15. P (179-186). 2010.

NUNES, Ingrid de Souza. Estruturação filogenética e diversificação de lagartos amazônicos. 2021.

PATTON, D.R. A diversity index for quantifying habitat "edge". *Wildlife Society Bulletin* 1975; 171-173.

PEREIRA COSTA, I. C. N. **ABORDAGEM METODOLÓGICA ECOLOGIA DA PAISAGEM: ORIGEM, ENFOQUE E TÉCNICAS DE ANÁLISE.** Boletim de Geografia, v. 38, n. 1, p. 91-105, 29 set. 2020. DOI: <https://doi.org/10.4025/bolgeogr.v38i1.43257>.

PIRES, J. S. R.; SANTOS, J.E.; PIRES, A. M.Z. Gestão biorregional: uma abordagem conceitual para o planejamento de paisagens. In: PIRES, J. S. R.; CAVALHEIRO, F.; OLIVEIRA, C. H. (orgs.). *Faces da polissemia da paisagem: ecologia, planejamento e percepção.* São Carlos: RiMa, 2004. p.23-34.

RITTERS, KH; WICKHAM, James D. **Um atlas paisagístico da bacia hidrográfica da baía de Chesapeake** . LABORATÓRIO DE PESQUISA NAVAL STENNIS CENTRO ESPACIAL MS SEÇÃO DE PROCESSOS DINÂMICOS ACOPLADOS, 1995.

ZATELLI, Katiúcia. **Endemismo: Passado, Presente, Futuro**. Mata Nativa, 2019 Disponível em: <https://www.matanativa.com.br/endemismo-passado-presente-futuro/>. Acesso em 12 de janeiro de 2022).

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. Planejamento e Gestão Ambiental. Fortaleza: Editora Universidade Federal do Ceará - UFC, 2013.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. Geocologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental. 5ª. ed. Fortaleza: Editora Universidade Federal do Ceará - UFC, 2017.

ROSS, J. L.S. Ecogeografia do Brasil: Subsídios para planejamento ambiental. 1ª ed. Editora Oficina de Textos, São Paulo 2006.

SALLES, G. M.; ALMEIDA A. S.; PEREIRA. J. L. G.; THALÊS, M. C. **IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS CRÍTICAS A OCORRÊNCIA DE FOGO NA ÁREA DE ENDEMISMO BELÉM**. Caminhos da Geografia. Uberlândia, MG. V.20, N.71, P. (572-588), setembro de 2019. DOI: <https://doi.org/10.14393/RCG207148550>

SANTOS, Charles Morphy Dias dos. **Biogeografia cladística aplicada à evolução biogeográfica dos Tabanomorpha (Diptera, Brachycera)**. Tese apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras. Ribeirão Preto, USP. 2008.

Silva, J. M. C., F. C. Novaes & D. C. Oren. 2002. Differentiation of Xiphocolaptes (Dendrocolaptidae) across the river Xingu, Brazilian Amazonia: recognition of a new phylogenetic species and biogeographic implications. Bulletin of the British Ornithologists' Club 122: 185-194.

SIQUEIRA, M. N.; CASTRO, S. S.; FARIA, K. M. S. Geografia e Ecologia da Paisagem: Pontos para Discussão. Sociedade & Natureza, Uberlândia, v. 25, n. 3, p. 557-566, 2013.

SOUZA, Jamilyna Bezerra de. Integrando fragmentos: uma proposta de conectividade para duas áreas verdes urbanas do município de Rio Branco, Acre. 2018.

TEIXEIRA, Guilherme Gobbi et al. MONITORAMENTO AMBIENTAL MÉTRICAS DE ECOLOGIA DE PAISAGEM EM AMBIENTE SIG PARA ANÁLISE DOS FRAGMENTOS FLORESTAIS DA BACIA DO RIO CLARO-PR.

TOCANTINS, L. 1952. O rio comanda a vida. Uma interpretação da Amazônia. Rio de Janeiro, Editora A Noite.

TRICART, Jean. Ecodinâmica. Rio de Janeiro. IBGE, 1977.

TURNER, M.G.; GARDNER, R.H.; O'NEILL, R.V. **Landscape Ecology in theory and practice**, 2001.

WALLACE, A. R. 1852. On the monkeys of the Amazon. Proceedings of the Zoological Society of London 20: 107-110.

WALZ, U. Landscape Structure, Landscape Metrics and Biodiversity. Living Rev. Landscape Research. V. 5, p. 1 - 35 2011.