ReGeo ISSN: 2177-3246

MUDANÇAS NA DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DO USO E COBERTURA DA TERRA NO BIOMA MATA ATLÂNTICA NO ESTADO DA BAHIA

CHANGES IN THE SPATIOTEMPORAL DYNAMICS OF LAND USE AND LAND COVER IN THE ATLANTIC FOREST BIOME IN THE STATE OF BAHIA

CAMBIOS EN LA DINÁMICA ESPACIO-TEMPORAL DEL USO Y LA COBERTURA DEL SUELO EN EL BIOMA DE LA MATA ATLÁNTICA EN EL ESTADO DE BAHIA

https://doi.org/10.56238/revgeov17n10-094

Data de submissão: 14/09/2026 **Data de publicação:** 14/10/2026

Sonaly da Silva Freitas Pedrosa
Graduação em Agronomia
Instituição: Universidade Estadual de Feira de Santana
E-mail: sonalypedrosa25@gmail.com

Rodrigo Nogueira de Vasconcelos
Doutor em Ecologia
Instituição: Universidade Estadual de Feira de Santana
E-mail: rnv@uefs.br

Deorgia Tayane Mendes de Souza
Doutora em Geociências Aplicadas e Geodinâmica
Instituição: Universidade Estadual de Feira de Santana
E-mail: dtmsouza@uefs.br

Heder Bispo de Freitas Pedrosa
Graduação em Engenharia Agronômica
Instituição: Universidade Estadual de Feira de Santana
E-mail: freitasheder190@gmail.com

Higo Batista Ferreira
Mestre em Ciências Ambientais
Instituição: Universidade Estadual de Feira de Santana
E-mail: higoferreira8@gmail.com

Washington de Jesus Sant'Anna da Franca Rocha
Doutor em Geologia
Instituição: Universidade Estadual de Feira de Santana
E-mail: wrocha@uefs.br

RESUMO
A Mata Atlântica constitui um dos biomas de maior biodiversidade do planeta e, simultaneamente, um dos mais ameaçados, apresentando elevada relevância para a manutenção dos serviços ecossistêmicos, especialmente a regulação climática, a proteção dos recursos hídricos, a conservação dos solos e a manutenção da biodiversidade. Entretanto, a intensificação das atividades antrópicas, associada ao desmatamento, à expansão agropecuária, à urbanização e ao uso inadequado da terra, tem contribuído para a redução da sua cobertura vegetal nativa e para a fragmentação da paisagem. Nesse contexto, o

presente estudo analisou as mudanças espaço-temporais no uso e cobertura da terra no bioma Mata Atlântica no estado da Bahia, entre os anos de 1985 e 2024, integrando dados da plataforma MapBiomas e métricas de ecologia da paisagem calculadas no software Earth Engine (GEE) em cada hexágono da malha aplicada às imagens, sendo anexados por meio da operação *Join* em tabela simultânea para avaliação dos resultados. Foram analisadas as métricas número de manchas (NP), proporção da paisagem (PLAND), área da classe (CA), índice de maior mancha (LPI) e distância euclidiana ao vizinho mais próximo (ENN), aplicadas às classes Vegetação Natural, Agropecuária, Áreas Não Vegetadas, Áreas Urbanizadas e Corpos Hídricos. Os resultados evidenciaram mudanças expressivas na estrutura e composição da paisagem, caracterizadas pela redução de 12% da vegetação natural, acompanhada pela expansão das áreas agropecuárias (40,21%), urbanizadas (135%) e não vegetadas (47,84%) e pelo aumento de aproximadamente 50% na área da classe corpos hídricos. A redução do LPI e do PLAND da vegetação natural, associada ao aumento do isolamento entre fragmentos, indicou intensificação da fragmentação e perda de conectividade da paisagem, esses padrões demonstram que a degradação da Mata Atlântica na Bahia não se limita à redução da cobertura vegetal, mas envolve alterações na configuração espacial dos remanescentes, com potenciais implicações para a manutenção dos processos ecológicos e dos serviços ecossistêmicos. Os resultados reforçam a necessidade de estratégias de planejamento territorial que integrem a conservação dos remanescentes, o fortalecimento das unidades de conservação, a implantação de corredores ecológicos e a restauração de áreas prioritárias visando à recuperação da conectividade e à conservação da biodiversidade no bioma.

Palavras-chave: Ecologia da Paisagem. Fragmentação. Conectividade Estrutural. Métricas da Paisagem. Mata Atlântica.

ABSTRACT

The Atlantic Forest is one of the most biodiverse biomes on the planet and, simultaneously, one of the most threatened, playing a crucial role in the provision of ecosystem services, particularly climate regulation, water resource protection, soil conservation, and biodiversity maintenance. However, the intensification of anthropogenic activities, associated with deforestation, agricultural expansion, urbanization, and inappropriate land use, has contributed to the reduction of native vegetation cover and landscape fragmentation. In this context, the present study analyzed spatiotemporal changes in land use and land cover in the Atlantic Forest biome in the state of Bahia, Brazil, between 1985 and 2024, integrating data from the MapBiomas platform with landscape ecology metrics calculated in Google Earth Engine (GEE) for each hexagonal unit applied to the imagery and subsequently linked through a *Join* operation. The following metrics were analyzed: number of patches (NP), proportion of landscape (PLAND), class area (CA), largest patch index (LPI), and Euclidean nearest-neighbor distance (ENN), applied to the classes Natural Vegetation, Agriculture and Livestock, Non-Vegetated Areas, Urbanized Areas, and Water Bodies. The results revealed significant changes in landscape structure and composition, characterized by a 12% reduction in natural vegetation, accompanied by an expansion of agricultural and livestock areas (40.21%), urbanized areas (135%) and non-vegetated areas (47.84%), and by an increase of approximately 50% in the water bodies class. The reduction in LPI and PLAND of natural vegetation, combined with increased isolation among patches, indicated intensified landscape fragmentation and loss of connectivity. These patterns demonstrate that degradation of the Atlantic Forest in Bahia is not limited to the reduction of vegetation cover but also involves changes in the spatial configuration of remaining fragments, with potential implications for the maintenance of ecological processes and ecosystem services. The results reinforce the need for territorial planning strategies that integrate the conservation of remaining natural vegetation, the strengthening of protected areas, the implementation of ecological corridors, and the restoration of priority areas, aiming to recover landscape connectivity and conserve biodiversity in the biome.

Keywords: Landscape Ecology. Fragmentation. Structural Connectivity. Landscape Metrics. Atlantic Forest.

RESUMEN
La Mata Atlántica constituye uno de los biomas de mayor biodiversidad del planeta y, simultáneamente, uno de los más amenazados, con elevada relevancia para el mantenimiento de los servicios ecosistémicos, especialmente la regulación climática, la protección de los recursos hídricos, la conservación de los suelos y el mantenimiento de la biodiversidad. Sin embargo, la intensificación de las actividades antrópicas, asociada a la deforestación, la expansión agropecuaria, la urbanización y el uso inadecuado de la tierra, ha contribuido a la reducción de su cobertura vegetal nativa y a la fragmentación del paisaje. En ese contexto, el presente estudio analizó los cambios espacio-temporales en el uso y la cobertura de la tierra en el bioma Mata Atlántica en el estado de Bahía, Brasil, entre 1985 y 2024, integrando datos de la plataforma MapBiomas y métricas de ecología del paisaje calculadas en Google Earth Engine (GEE) para cada hexágono de la malla aplicada a las imágenes, vinculadas mediante una operación Join. Se analizaron las métricas número de parches (NP), proporción del paisaje (PLAND), área de la clase (CA), índice del parche mayor (LPI) y distancia euclidiana al vecino más próximo (ENN), aplicadas a las clases Vegetación Natural, Agropecuaria, Áreas No Vegetadas, Áreas Urbanizadas y Cuerpos de Agua. Los resultados evidenciaron cambios expresivos en la estructura y la composición del paisaje, caracterizados por la reducción del 12% de la vegetación natural, acompañada por la expansión de las áreas agropecuarias (40,21%), urbanizadas (135%) y no vegetadas (47,84%) y por el aumento de aproximadamente el 50% en el área de la clase cuerpos de agua. La reducción del LPI y del PLAND de la vegetación natural, asociada al aumento del aislamiento entre parches, indicó intensificación de la fragmentación y pérdida de conectividad del paisaje. Estos patrones demuestran que la degradación de la Mata Atlántica en Bahía no se limita a la reducción de la cobertura vegetal, sino que involucra alteraciones en la configuración espacial de los remanentes, con potenciales implicaciones para el mantenimiento de los procesos ecológicos y de los servicios ecosistémicos. Los resultados refuerzan la necesidad de estrategias de planificación territorial que integren la conservación de los remanentes, el fortalecimiento de las unidades de conservación, la implantación de corredores ecológicos y la restauración de áreas prioritarias, con el fin de recuperar la conectividad y conservar la biodiversidad en el bioma.

Palabras clave: Ecología del Paisaje. Fragmentación. Conectividad Estructural. Métricas del Paisaje. Mata Atlántica.

1 INTRODUÇÃO

A dinâmica da paisagem corresponde às transformações ocorridas no espaço geográfico ao longo do tempo, resultantes da interação entre processos naturais e ações antrópicas. Essas mudanças manifestam-se em diferentes escalas temporais, desde variações sazonais até alterações acumuladas ao longo de décadas, refletindo processos de degradação, regeneração, fragmentação e conversão da cobertura e do uso da terra. Como consequência, modificam a estrutura, a composição e o funcionamento dos ecossistemas, influenciando diretamente a qualidade ambiental e a provisão de serviços ecossistêmicos (Martensen, 2021; Pinheiro; Meireles; Rossi, 2023).

As transformações da paisagem impulsionadas por fatores naturais, são oriundas de: variações climáticas, regimes de precipitação, eventos extremos, erosão, sedimentação e sucessão ecológica, enquanto por atividades antrópicas, que apresentam maiores impactos, incluem: expansão agropecuária, urbanização, desmatamento, queimadas criminosas, mineração, implantação de infraestrutura e mudanças nas práticas de manejo do solo. Esses processos ocasionam a reconfiguração da distribuição espacial nos diferentes usos da terra, alteram a conectividade entre os ecossistemas e comprometem a conservação da biodiversidade, tornando o monitoramento espaço-temporal uma ferramenta indispensável para o planejamento ambiental e a gestão sustentável dos recursos naturais (Francisco et al., 2023).

Diante desse contexto, o bioma Mata Atlântica destaca-se como um dos mais biodiversos e ameaçados do planeta. Em sua configuração original, o bioma ocupa aproximadamente 1,1 milhão de km², correspondendo a cerca de 13% do território brasileiro e abrangendo aproximadamente 32% do estado da Bahia (Fundação SOS Mata Atlântica; INPE, 2022; Vancine et al., 2024). O bioma ainda, distribuindo-se por 17 estados, desde o Rio Grande do Sul até o Piauí (Fundação SOS Mata Atlântica, 2023), abrigando elevada diversidade, com espécies como pau-brasil (*Paubrasilia echinata*), ipês (*Handroanthus* spp.), cedro (*Cedrela fissilis*) e palmito-juçara (*Euterpe edulis*), além de uma fauna rica em espécies endêmicas e ameaçadas de extinção, como o mico-leão-dourado (*Leontopithecus rosalia*) e a onça-pintada (Panthera onca) (Joly; Metzger; Tabarelli, 2014).

Além de sua relevância ecológica, a Mata Atlântica possui expressiva importância socioeconômica, concentrando aproximadamente 70% da população brasileira e respondendo por cerca de 70% do Produto Interno Bruto nacional. Nessa região encontram-se os principais centros urbanos, industriais e agrícolas do país, cuja manutenção depende diretamente dos serviços ecossistêmicos fornecidos pelo bioma, como a regulação climática, a proteção dos recursos hídricos, a conservação dos solos e a manutenção da biodiversidade (Joly; Metzger; Tabarelli, 2014; Rezende et al., 2018). Entretanto, a intensa pressão antrópica tem acelerado a perda da sua cobertura vegetal. De

acordo com o Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica (2022), em 2021 foram desmatados 21.642 hectares, representando aumento de 66% em relação ao período de 2019–2020 e de 90% em comparação a 2017–2018, ao qual verificou-se o menor valor registrado na série histórica. Essa perda corresponde à supressão média de aproximadamente 59 hectares de vegetação por dia, evidenciando a intensificação do desmatamento e a necessidade de estratégias eficazes de monitoramento e conservação (Fundação SOS Mata Atlântica; INPE, 2022).

A fragmentação dos remanescentes florestais e o uso inadequado da terra decorrente de atividades antrópicas contribuem para a degradação e a perda de biodiversidade dos ecossistemas. Essas alterações na configuração da paisagem, intensificam o contato entre áreas antropizadas e remanescentes florestais, favorecendo efeitos de borda, responsáveis por modificar às condições microclimáticas e processos físicos, químicos e biológicos nas zonas de transição, comprometendo a estrutura e a funcionalidade dos fragmentos florestais (Lima-Ribeiro, 2008; Haddad et al., 2015).

Considerando a crescente pressão antrópica sobre a Mata Atlântica e a necessidade de monitoramento contínuo de seus remanescentes, torna-se fundamental compreender a evolução espaço-temporal do uso e cobertura da terra como subsídio ao planejamento ambiental e à conservação da biodiversidade (Metzger, 2009). Nesse sentido, o sensoriamento remoto associado às técnicas de geoprocessamento permite identificar, quantificar e espacializar as mudanças na paisagem com elevada eficiência, constituindo importantes ferramentas para a gestão territorial (Novo, 2020). Aliado a essa técnica, índices quantitativos, como as métricas da paisagem, podem caracterizar níveis de fragmentação e uniformidade, sendo bons indicadores de biodiversidade, utilizadas amplamente no monitoramento para avaliação do crescimento, quantidade, forma e isolamento dos fragmentos (Fernandes et al., 2017; Kerr; Remmel, 2024). A relação dessas métricas com a biodiversidade é, contudo, indireta e depende da escala espacial e do grupo taxonômico considerado (Fahrig, 2003)

Apesar da consolidação dessas ferramentas, três lacunas persistem no diagnóstico da Mata Atlântica baiana. A primeira é de escala: os estudos disponíveis para o bioma no estado concentram-se em recortes municipais, em unidades de conservação isoladas ou em bacias específicas, restando poucas avaliações que cubram a totalidade da área de ocorrência do bioma no estado com uma malha analítica homogênea. A segunda é temporal: boa parte das análises limita-se a dois ou três recortes, o que impede distinguir tendências consistentes de oscilações de curto prazo. A terceira é conceitual: as avaliações costumam privilegiar o balanço de área, sem articular composição e configuração da paisagem, embora a literatura demonstre que a perda de habitat e a reorganização espacial dos remanescentes produzem efeitos distintos sobre a biodiversidade (Fahrig, 2003; Haddad et al., 2015; Fahrig et al., 2019). Este estudo endereça essas lacunas ao aplicar uma malha hexagonal regular a todo

o bioma no estado da Bahia e ao acompanhar, em nove datas entre 1985 e 2024, cinco métricas que descrevem simultaneamente quanto habitat existe e como ele está espacialmente organizado.

Nesse sentido, o presente estudo tem como objetivo geral avaliar a dinâmica espaço-temporal do uso e cobertura da terra no bioma Mata Atlântica no estado da Bahia, por meio da aplicação de métricas da paisagem sobre dados de sensoriamento remoto, analisando as transformações ocorridas entre 1985 e 2024, com vistas a compreender os padrões de mudança indicativos de alterações na composição e na conectividade estrutural da paisagem.

1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

a) quantificar, a dinâmica da série temporal das classes de uso e cobertura da terra a partir da quantificação das métricas de estrutura da paisagem (CA), no número de manchas (NP), na proporção de ocupação da paisagem (PLAND), na proporção da maior mancha (LPI) e na distância entre manchas (ENN);

b) identificar e comparar os padrões espaço-temporais de transformação da paisagem entre as cinco classes analisadas, considerando suas relações com os contextos socioeconômico, agrícola e hidrológico regionais;

c) analisar a trajetória de perda de conectividade estrutural e de aumento do isolamento dos remanescentes de vegetação natural do bioma no estado;

d) gerar subsídios quantitativos para estratégias de conservação, restauração ecológica e uso sustentável da terra na área de ocorrência do bioma na Bahia.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 BIOMA MATA ATLÂNTICA: BIODIVERSIDADE, PRESSÕES AMBIENTAIS E CONSERVAÇÃO

A Mata Atlântica constitui um dos principais *hotspots* mundiais de biodiversidade e apresenta elevada riqueza e endemismo de espécies, além de expressiva heterogeneidade ambiental. Considerada uma das principais formações florestais tropicais das Américas, sua distribuição no território brasileiro compreende diferentes fitofisionomias, condições climáticas e ambientes, o que contribui para sua elevada diversidade biológica (Tabarelli et al., 2005; Joly; Metzger; Tabarelli, 2014). Entretanto, a intensa ocupação histórica de seu território e a consequente conversão da cobertura vegetal fizeram com que o bioma se tornasse um dos ecossistemas mais ameaçados do país, sobretudo em razão da expansão das atividades agropecuárias, da urbanização e de outras formas de uso da terra.

No Brasil, a agropecuária apresenta relevante importância econômica e social, contribuindo

para a geração de emprego e renda e para a composição do Produto Interno Bruto (PIB), favorecida pela diversidade das condições edafoclimáticas e pela elevada capacidade produtiva do território nacional (Pinto; Metzger; Sparovek, 2022). Na Mata Atlântica, a ocupação de áreas destinadas à produção agropecuária está relacionada ao processo histórico de transformação da paisagem, intensificado desde o período colonial e associado à sucessão de diferentes ciclos econômicos. Esse processo promoveu a substituição progressiva da vegetação nativa por áreas destinadas à agricultura, pecuária, exploração florestal e ocupação urbana, alterando significativamente a estrutura e a dinâmica da paisagem (Pinto; Metzger; Sparovek, 2022).

A intensificação das atividades agropecuárias, associada à mecanização, à expansão das áreas produtivas e ao uso intensivo dos recursos naturais, embora contribua para o desenvolvimento econômico, também exerce pressão sobre os ecossistemas naturais. Entre os principais impactos associados à transformação do uso da terra destacam-se a supressão da vegetação nativa, as queimadas, a degradação dos solos e dos recursos hídricos e a redução da disponibilidade de habitats, processos que podem comprometer a manutenção da biodiversidade e a integridade ecológica dos remanescentes florestais (Tabarelli et al., 2010; Guedes et al., 2020).

A conversão e a redução da cobertura vegetal nativa contribuem, ainda, para a fragmentação da paisagem, resultando na formação de remanescentes florestais menores e mais isolados. Esse processo de fragmentação pode favorecer a perda de biodiversidade e comprometer processos ecológicos fundamentais, além de reduzir a capacidade dos ecossistemas de fornecer serviços ecossistêmicos essenciais, como regulação do ciclo hidrológico, proteção do solo, armazenamento de carbono e manutenção da biodiversidade (Ribeiro et al., 2009; Haddad et al., 2015).

Diante desse cenário de elevada importância ecológica e intensa pressão antrópica, a conservação da Mata Atlântica tornou-se objeto de instrumentos legais específicos. A Constituição Federal de 1988 reconheceu o bioma como patrimônio nacional, estabelecendo que sua utilização deve ocorrer de acordo com condições que assegurem a preservação do meio ambiente. Posteriormente, a Lei nº 11.428/2006, conhecida como Lei da Mata Atlântica, estabeleceu normas específicas para a conservação, proteção, regeneração e utilização da vegetação nativa do bioma (Brasil, 2006). Esses instrumentos constituem importantes mecanismos para conciliar a utilização dos recursos naturais com a manutenção da biodiversidade, dos recursos hídricos e do equilíbrio ecológico, reforçando a necessidade de estratégias de conservação e recuperação dos remanescentes florestais diante das contínuas transformações da paisagem.

2.2 MUDANÇAS NO USO E COBERTURA DA TERRA: PADRÕES E CONSEQUÊNCIAS

O monitoramento da dinâmica de uso e cobertura da terra permite compreender como as relações sociais se materializam e se manifestam no espaço, refletindo as diferentes formas de apropriação, transformação e organização do território (Metzger, 2001). Nesse contexto, a interação entre sociedade e natureza tem sido, há décadas, objeto de estudos que buscam compreender como as diferentes formas de ocupação e uso do território, ao longo do tempo, têm contribuído para a transformação dos ambientes naturais (Vancine et al., 2024).

Entre os principais padrões decorrentes dessas transformações destaca-se a fragmentação da paisagem, caracterizada pela redução e subdivisão de áreas naturais, pelo aumento do isolamento entre fragmentos e pela alteração de sua forma e conectividade. Esses processos modificam a configuração espacial dos remanescentes e podem intensificar os efeitos de borda, alterando condições microclimáticas, a estrutura da vegetação e a composição das comunidades biológicas (Haddad et al., 2015). Em paisagens altamente fragmentadas, a redução da área de habitat e a maior distância entre os fragmentos dificultam o deslocamento e o fluxo gênico das espécies, podendo comprometer processos ecológicos e aumentar a vulnerabilidade e consequente perda da biodiversidade.

Além disso, os efeitos da fragmentação podem persistir ao longo do tempo, afetando funções ecossistêmicas e a provisão de serviços ambientais, principalmente nos fragmentos menores e mais isolados (Haddad et al., 2015). A compreensão desses padrões por meio de métricas da paisagem constitui importante subsídio para identificar áreas prioritárias à conservação, recuperação de habitats e estabelecimento de estratégias que favoreçam a conectividade entre os remanescentes. Por meio da técnica quantitativa é possível promover um zoneamento para a manutenção da biodiversidade, permitindo auxiliar na definição de técnicas de manejo visando recuperar e/ou conservar os remanescentes florestais (Metzger, 2001; Ribeiro et al., 2009)

2.3 ECOLOGIA DA PAISAGEM: FUNDAMENTOS E APLICAÇÕES AO MONITORAMENTO AMBIENTAL

A Ecologia da Paisagem constitui uma abordagem interdisciplinar para compreender a organização espacial dos ambientes e as relações entre a composição, a configuração e os processos ecológicos que ocorrem na paisagem. Sua aplicação permite avaliar como diferentes formas de uso e cobertura da terra modificam a estrutura espacial dos ecossistemas, especialmente por meio de processos como fragmentação, isolamento e perda de conectividade (Metzger, 2001). Nesse contexto, as métricas da paisagem possibilitam quantificar características espaciais dos fragmentos e das classes de uso e cobertura, fornecendo indicadores objetivos sobre a estrutura e a dinâmica dos ambientes

naturais. Estudos recentes realizados no Brasil demonstram a aplicabilidade dessa abordagem na identificação de padrões de fragmentação e na avaliação da conectividade de remanescentes florestais, contribuindo para a compreensão das transformações ambientais e para o planejamento da conservação (Vancine et al., 2024).

No monitoramento ambiental, a ecologia da paisagem apresenta importante potencial quando integrada ao sensoriamento remoto e aos Sistemas de Informação Geográfica (SIG), permitindo analisar as transformações do território em diferentes escalas espaciais e temporais. Métricas como área total da classe, proporção da paisagem, número de fragmentos, tamanho do maior fragmento e distância entre manchas possibilitam caracterizar quantitativamente alterações na composição e na configuração da paisagem, subsidiando a identificação de processos de fragmentação e mudanças no uso e cobertura da terra (McGarigal; Marks, 1995; Kerr; Remmel, 2024). No contexto brasileiro, pesquisas recentes têm empregado essas ferramentas para avaliar a dinâmica da paisagem e a qualidade ambiental de remanescentes florestais, demonstrando sua relevância para o diagnóstico ambiental, o planejamento territorial e a definição de estratégias de conservação (Oliveira et al., 2024; Crouzeilles et al., 2019).

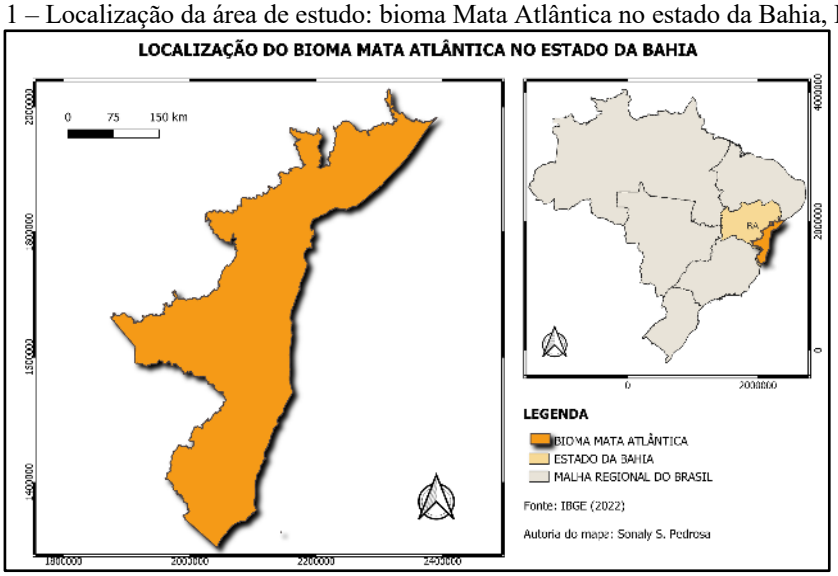
3 METODOLOGIA

3.1 ÁREA DE ESTUDO

A Mata Atlântica caracteriza-se por clima predominantemente tropical úmido, com temperatura média anual de 23,6 °C (variando entre 15,6 °C e 27,4 °C), e precipitação anual entre 1.178 mm a 1.500 mm. Embora apresente elevada incidência de radiação solar, a densa cobertura vegetal favorece a formação de um microclima no interior da floresta, caracterizado por maior umidade e menor amplitude térmica (ICMBio, 2025).

A área de estudo compreende o bioma Mata Atlântica no estado da Bahia, cuja cobertura de vegetação nativa têm apresentando redução ao longo das últimas décadas em decorrência do avanço das atividades antrópicas. Em escala nacional, estima-se que, desde 1990, mais de 5 milhões de hectares de Mata Atlântica tenham sido suprimidos. Embora, o fortalecimento da governança ambiental, monitoramento e fiscalização, contribuíram para uma expressiva redução das taxas de desmatamento, que passaram de aproximadamente 90 mil hectares no ano 2000 para cerca de 11,4 mil hectares em 2018 (Fundação SOS Mata Atlântica; INPE, 2022). A Figura 1 apresenta a delimitação do bioma Mata Atlântica no estado da Bahia, localizado predominantemente na faixa litorânea, correspondente à área de estudo avaliada neste trabalho.

Figura 1 – Localização da área de estudo: bioma Mata Atlântica no estado da Bahia, Brasil.



Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

3.2 BASE DE DADOS

Neste estudo foram utilizadas bases de dados vetoriais georreferenciadas do Ministério do Meio Ambiente (MMA), referentes aos limites do bioma Mata Atlântica, e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), correspondentes aos limites do estado da Bahia e à divisão regional do Brasil. As informações de uso e cobertura da terra foram obtidas na Coleção 10 do MapBiomas, publicada em agosto de 2025, que cobre o período de 1985 a 2024 com 30 classes de legenda e resolução espacial de 30 m, produzida a partir do processamento de imagens Landsat por algoritmos de aprendizado de máquina na plataforma Google Earth Engine (MapBiomas, 2025; Souza Jr. et al., 2020). Registre-se que a série anual de 30 m da Coleção 10 é derivada do acervo Landsat; os produtos baseados em imagens Sentinel-2 e em representações aprendidas (satellite embeddings) integram a coleção beta de 10 m de resolução, que não foi utilizada neste trabalho.

A base vetorial do bioma foi segmentada em uma malha regular de hexágonos, e as classes de uso e cobertura da terra foram reagrupadas em cinco categorias: (i) vegetação natural; (ii) agropecuária; (iii) áreas não vegetadas; (iv) áreas urbanizadas; e (v) corpos hídricos. A série analisada compreende o intervalo de 1985 a 2024, isto é, 39 anos, avaliado em nove datas: 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, 2020 e 2024. As métricas da paisagem são sensíveis à extensão da unidade analítica adotada, de modo que a dimensão dos hexágonos condiciona diretamente os valores obtidos, razão pela qual as comparações realizadas neste estudo restringem-se a datas distintas de uma mesma classe, avaliadas sob a mesma malha (McGarigal; Marks, 1995).

A organização e o processamento dos dados foram realizados no Google Earth Engine (GEE), por meio de uma operação *Join*, que permitiu relacionar simultaneamente as coleções de dados e

integrar, em uma única estrutura, as informações da malha hexagonal, das classes de uso e cobertura da terra e das métricas da paisagem. Esse procedimento possibilitou a obtenção das informações de cada classe de uso e cobertura em cada unidade regional por meio dos hexágonos, além de auxiliar na extração das informações, no armazenamento e posterior análise dos atributos correspondentes em uma única tabela, servindo de base para as análises espaço-temporais desenvolvidas no estudo.

3.3 MÉTRICAS DE ECOLOGIA DA PAISAGEM

As métricas da paisagem foram calculadas para cada hexágono do bioma Mata Atlântica no estado da Bahia e associadas à malha por meio da operação Join, utilizando as imagens raster reclassificadas de uso e cobertura da terra em cada uma das nove datas da série (1985–2024). Em cada combinação entre hexágono, data e classe de uso e cobertura foram obtidos os valores das métricas CA, ENN, NP, LPI e PLAND, cujas definições e indicadores ecológicos estão sintetizados no Quadro 1, seguindo a formulação consolidada no FRAGSTATS (McGarigal; Marks, 1995; McGarigal et al., 2012). Os valores apresentados nos gráficos das Figuras 03, 05, 07, 09 e 11 correspondem à síntese dessas métricas para o conjunto dos hexágonos em cada data, acompanhada da respectiva medida de dispersão (desvio-padrão entre hexágonos). Como as métricas foram calculadas por hexágono e, em seguida, agregadas pela média, os valores expressam a condição típica das unidades analíticas, e não a métrica calculada para o bioma como um todo; por essa razão, o número de manchas assume valores fracionários e os percentuais de PLAND e LPI não correspondem à participação da classe na área total do bioma.

Quadro 1 – Métricas de ecologia da paisagem utilizadas na análise do uso e cobertura da terra no bioma Mata Atlântica do estado da Bahia.

MÉTRICA	SIGLA	DEFINIÇÃO	INDICADOR ECOLÓGICO
Área total da classe	CA	Soma das áreas de todas as manchas da classe, em hectares	Quantidade total de habitat disponível e perda de habitat
Distância para o fragmento mais próximo	ENN	Distância euclidiana média, de borda a borda, entre uma mancha e a mancha mais próxima da mesma classe, em metros	Isolamento espacial e conectividade estrutural
Número de manchas	NP	Número total de manchas da classe	Grau de subdivisão e de fragmentação do habitat
Proporção da maior Mancha	LPI	Percentual da paisagem ocupado pela maior mancha da classe (0–100%)	Dominância da maior área contínua e disponibilidade de área nuclear
Percentual de área da paisagem	PLAND	Percentual da paisagem ocupado pela classe (0–100%)	Representatividade da classe na paisagem

Fonte: Elaborado pelos próprios autores, com base em McGarigal e Marks (1995), Fahrig (2003) e Ribeiro et al. (2009).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

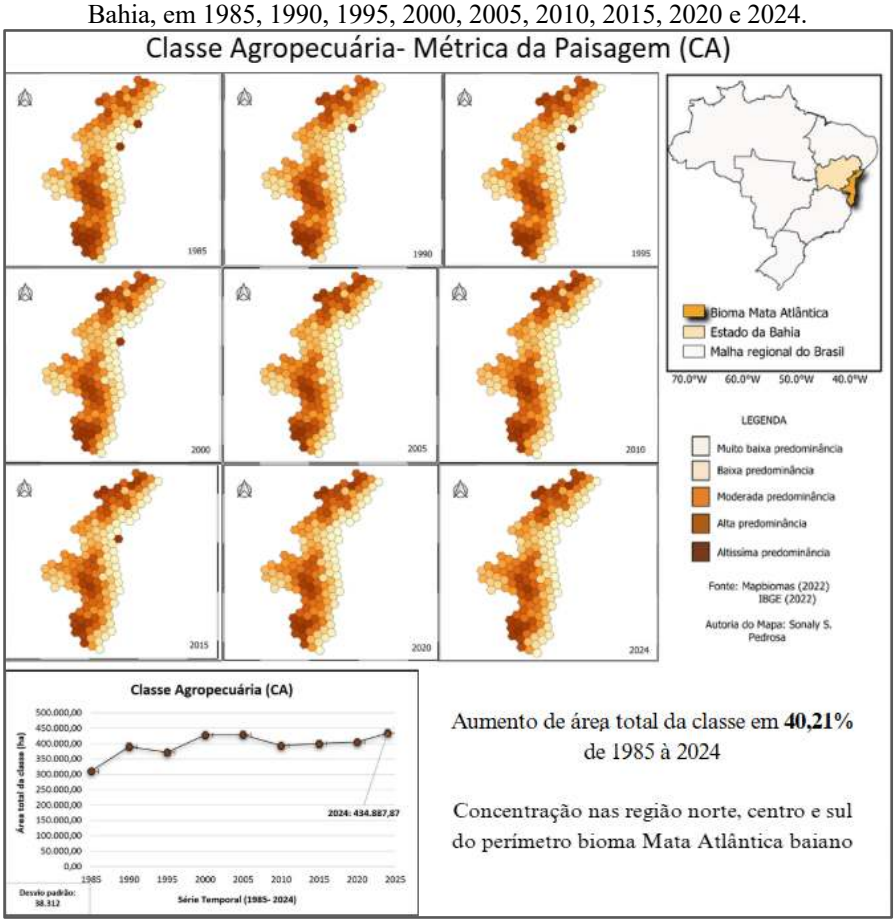
4.1 CLASSE AGROPECUÁRIA NO BIOMA MATA ATLÂNTICA

A análise integrada das séries temporais de uso e cobertura da terra juntamente com as métricas da paisagem permitiu caracterizar os principais padrões espaço-temporais de transformação da paisagem no bioma Mata Atlântica no estado da Bahia. Os resultados são apresentados para cada classe de uso e cobertura (Agropecuária, Vegetação Natural, Área Não Vegetada, Área Urbanizada e Corpos Hídricos), relacionando aos padrões visuais observados em mapas onde a métrica CA foi empregada, juntamente com tendências quantitativas evidenciadas pelas demais métricas da paisagem demonstrados graficamente (Figuras 3, 5, 7, 9 e 11), sendo posteriormente interpretados de acordo com a literatura científica.

Na classe Agropecuária (Figura 2), observa-se maior predominância da classe nos hexágonos localizados na porção norte da Bahia, abrangendo parte do Litoral Norte, Portal do Sertão e Recôncavo Baiano, além de áreas da região central e do extremo sul do estado, incluindo municípios como Vitória da Conquista, Itapetinga e a região do Médio Rio de Contas. Em 1985, destacavam-se dois hexágonos com elevada predominância da classe no litoral baiano. Ao longo da série temporal, esses núcleos perderam intensidade, evidenciada pela redução da tonalidade representativa, enquanto outros hexágonos, anteriormente pouco expressivos ou ausentes, passaram a apresentar maior predominância da classe.

Esse comportamento mostra uma redistribuição espacial da agropecuária ao longo do período analisado, com redução da concentração em áreas específicas e expansão para novas regiões. Ao analisar o gráfico, observa-se uma tendência de crescimento da classe ao longo da série histórica. Os maiores incrementos ocorreram nos períodos de 1985 a 1990 e de 1995 a 2000, enquanto, nos anos subsequentes, verificou-se oscilações de menor amplitude, com redução entre 2005 e 2010 e novo incremento entre 2020 e 2024. No período compreendido entre 1985 e 2024, a classe apresentou um aumento acumulado de aproximadamente 40,21%, como é possível notar na Figura 2.

Figura 2 – Distribuição da área total (CA) da classe Agropecuária por hexágono no bioma Mata Atlântica do estado da Bahia, em 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, 2020 e 2024.



Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

De maneira geral, as áreas destinadas às atividades agropecuárias apresentaram moderada expansão entre 1985 e 2024, impulsionada principalmente pelo aumento das áreas de pastagem e agricultura. Esse padrão corrobora com os resultados de Soares et al. (2025), que identificaram tendência semelhante no município de Vitória da Conquista, sendo este inserido no bioma Mata Atlântica, ao qual observou-se expansão das áreas destinadas à pastagem, à silvicultura e à agricultura, com destaque para o cultivo de café.

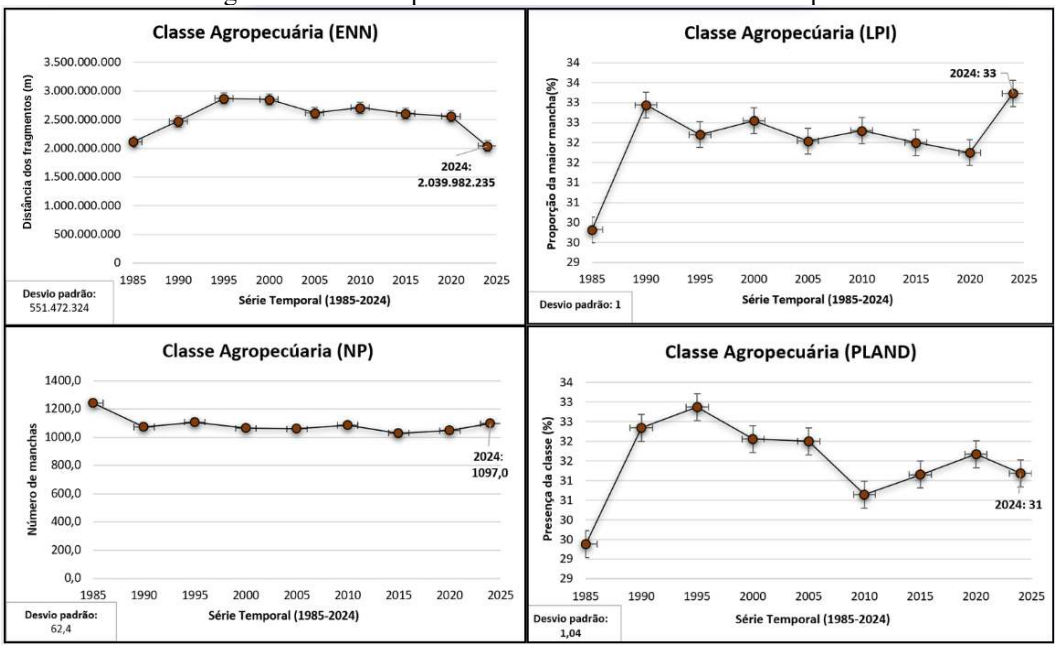
As métricas ENN, NP, LPI e PLAND na classe agropecuária (Figura 3), revelam comportamentos que determinam de forma mais específica como está ocorrendo esse crescimento. Em conjunto, eles indicam que a expansão agropecuária ocorreu de forma relativamente consolidada na paisagem, com pequenas oscilações na configuração espacial das manchas ao longo da série histórica. A métrica ENN apresentou variação moderada ao longo do período, observa-se um aumento gradual entre 1985 e 2000 seguido por redução contínua até 2024, indicando maior proximidade e conectividade entre as manchas agropecuárias. Esse comportamento é compatível com processos de expansão e consolidação da matriz agropecuária, nos quais o crescimento das áreas produtivas tende a

reduzir as distâncias entre manchas e modificar a configuração espacial da paisagem, influenciando sua conectividade estrutural (Oliveira et al., 2022).

Em contrapartida, o LPI demonstrou valores elevados durante todo o período, com aumento progressivo de 1985 a 1990, atingindo maior valor da série em 2024, o que demonstra a permanência de uma grande mancha dominante e a elevada continuidade espacial dessa classe. Esses resultados refletem que boa parte da cobertura está vinculada às atividades agropecuárias, indicando uma substituição moderada de área de floresta natural/reflorestada para agricultura e pecuária, concordando com Pinto, Metzger e Sparovek (2022) que apontaram para a conversão (entre 1985 a 2021) de 64% do território do bioma preenchidos por atividades, como: Pastagem, agricultura, mosaicos de usos e silvicultura.

Ao avaliar o número de fragmentos (NP), a baixa variação indica que a expansão ocorreu predominantemente pela ampliação e conexão de manchas já existentes, sem aumento expressivo da fragmentação. A presença da classe em relação a área total apresentou oscilações ao longo da série, seu maior crescimento ocorreu entre os anos de 1985 e 1995, os anos seguintes apresentou leve declínio, com redução acentuada no ano de 2010, apesar disso, sua predominância na paisagem ainda é muito relevante. Esses resultados corroboram os achados de Soares et al. (2025), que identificaram o predomínio da classe agropecuária no bioma entre o período de 2000 a 2016, com expansão de 495.105,68 para 638.771,13 hectares. Paralelamente, o estudo observou que as áreas destinadas exclusivamente às pastagens apresentaram redução proporcional, de 0,33% para 0,24%, sugerindo que a expansão da classe agropecuária está associada, sobretudo, à intensificação e ampliação das áreas destinadas às produções agrícolas vegetais.

Figura 3 – Métricas de ecologia da paisagem da classe Agropecuária no bioma Mata Atlântica do estado da Bahia, entre 1985 e 2024: (a) ENN – distância ao fragmento mais próximo; (b) LPI – proporção da maior mancha (%); (c) NP – número de manchas; (d) PLAND – percentual de área da classe (%). As barras indicam a dispersão dos valores entre os hexágonos e o desvio-padrão da série é informado em cada painel.



Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

Aliado ao avanço da agropecuária, o uso do fogo associado à atividade, empregado como ferramenta para abertura, renovação e manejo de áreas produtivas, tem contribuído para o desmatamento e para o aumento da ocorrência de incêndios florestais no bioma (Guedes et al., 2020). Incêndios recorrentes em fragmentos pequenos e irregulares reduzem a capacidade de regeneração natural da Mata Atlântica e ampliam a perda de área nuclear (Dos Santos et al., 2019); para a Mata Atlântica costeira da Bahia, Patrocínio (2022) mostra que a configuração da paisagem condiciona diretamente a dinâmica dos incêndios, de modo que o fogo atua simultaneamente como consequência e como causa da fragmentação. Esse cenário está diretamente associado à perda e à fragmentação de habitats, processos que constituem etapas iniciais de uma ampla cascata de alterações antrópicas na paisagem florestal, resultando na substituição e reorganização da cobertura vegetal original e configurando uma paisagem composta por fragmentos florestais imersos em matrizes predominantemente agropecuárias (Tabarelli et al., 2010).

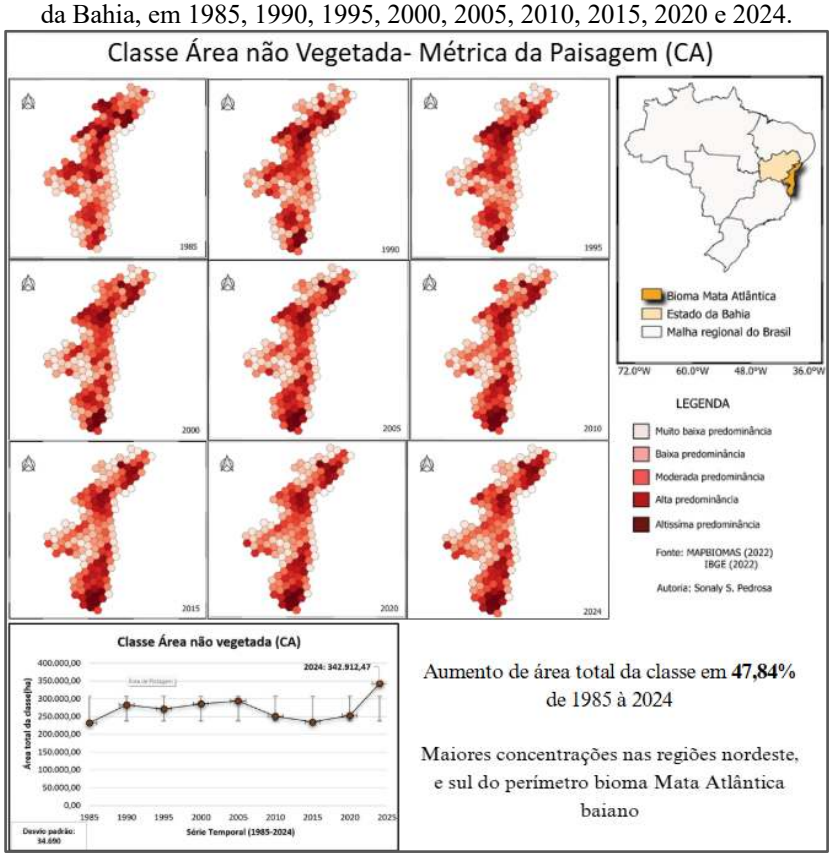
4.2 CLASSE ÁREA NÃO VEGETADA NO BIOMA MATA ATLÂNTICA

A perda de habitats naturais está diretamente associada à fragmentação da paisagem, promovendo a redução do tamanho dos remanescentes (LPI), o aumento do número de fragmentos (NP) e da distância entre manchas (ENN), fatores que culminam na diminuição da conectividade da paisagem e comprometem a integridade dos processos ecológicos (Fahrig, 2003), embora Fahrig

(2003) recomende distinguir os efeitos da perda de habitat, consistentemente negativos, dos efeitos da fragmentação per se, mais variáveis. A classe Área não vegetada constitui um importante indicador das transformações na paisagem, uma vez que sua expansão pode estar relacionada a processos de degradação ambiental, como desmatamento, queimadas, mineração e aumento das áreas de solo exposto decorrentes de atividades antrópicas.

A dinâmica espaço-temporal da métrica área total (CA) para a classe entre os anos 1985 e 2024, demonstra aumento de 47,84% na área ocupada, acompanhado por mudanças em sua distribuição espacial (Figura 4). Os mapas evidenciam que as maiores concentrações de áreas não vegetadas permaneceram predominantemente nas regiões norte e sul do bioma, enquanto as regiões centrais apresentaram, de modo geral, menor predominância dessa classe. A análise temporal do gráfico indica que a área total da classe apresentou crescimento entre 1985 e 1990, mantendo-se relativamente estável até 2005. Entre 2005 e 2010 observou-se redução acentuada, mantida até 2015, seguida de recuperação a partir de 2020 e expressivo aumento em 2024, quando foi registrado o maior valor da série histórica. Esse comportamento revela que, embora a expansão das áreas não vegetadas tenha ocorrido de forma descontínua, houve uma tendência de crescimento ao longo das últimas quatro décadas.

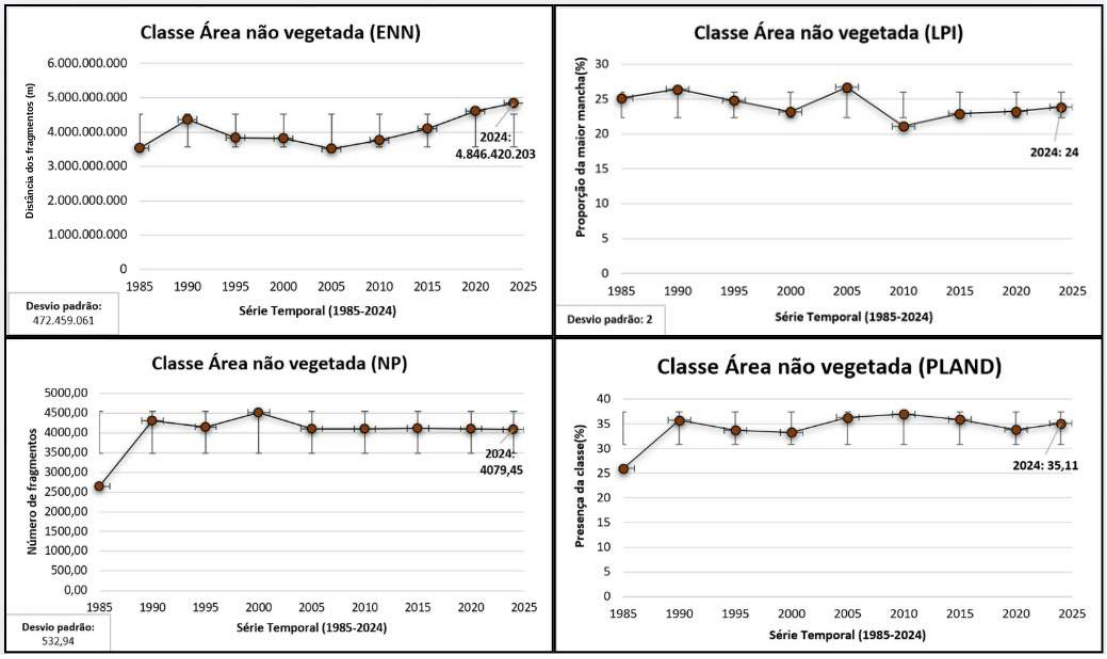
Figura 4 – Distribuição da área total (CA) da classe Área Não Vegetada por hexágono no bioma Mata Atlântica do estado da Bahia, em 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, 2020 e 2024.



Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

Neste estudo, os dados de área não vegetada associam-se tanto a feições naturais da paisagem, como afloramentos rochosos, praias e dunas, quanto a processos antrópicos, incluindo desmatamento, queimadas, mineração e intensificação da exposição do solo decorrente de práticas agropecuárias inadequadas (Souza Jr. et al., 2020; MapBiomas, 2025). No caso específico da Mata Atlântica baiana, a concentração das áreas não vegetadas nas porções norte e sul pode refletir a combinação entre condições naturais e a histórica pressão do uso e da ocupação da terra, marcada pela expansão agrícola, pela silvicultura, pela urbanização e pela implantação de infraestrutura, atividades que modificaram a configuração da paisagem e favoreceram o aumento de superfícies sem cobertura vegetal (Tabarelli et al., 2010; Rezende et al., 2018). O comportamento das métricas da paisagem para esta classe é apresentado na Figura 5.

Figura 5 – Métricas de ecologia da paisagem da classe Área Não Vegetada no bioma Mata Atlântica do estado da Bahia, entre 1985 e 2024: (a) ENN – distância ao fragmento mais próximo; (b) LPI – proporção da maior mancha (%); (c) NP – número de manchas; (d) PLAND – percentual de área da classe (%). As barras indicam a dispersão dos valores entre os hexágonos e o desvio-padrão da série é informado em cada painel.



Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

A maior irregularidade e o isolamento dos fragmentos estão associados à intensificação da fragmentação da paisagem, aumentando a exposição aos efeitos de borda e, consequentemente, a vulnerabilidade da biodiversidade florestal (Haddad et al., 2015). Relacionando esses efeitos à classe de áreas não vegetadas, as métricas da paisagem evidenciam um processo de aumento do isolamento dos fragmentos. O ENN apresentou tendência crescente ao longo da série temporal, com maior incremento após 2010 e valor máximo registrado em 2024, indicando aumento da distância entre os

fragmentos. Esse comportamento, associado à relativa estabilidade do número de fragmentos após o incremento registrado entre 1985 e 1990 e à leve redução do LPI, sugere a manutenção da quantidade de fragmentos, porém com diminuição da representatividade do maior fragmento e maior isolamento entre as manchas não vegetadas, refletindo menor conectividade e distribuição mais dispersa dessa classe na paisagem.

Esse padrão de comportamento acompanhado com a elevação da área total expõe que há maior presença da classe na paisagem, mas a expansão está mais dispersa e desorganizada, essa perturbação ocasiona a abertura de clareiras e focos de pressão antrópica no interior de matrizes antes preservadas. Como consequência, multiplica-se os efeitos de borda sobre a vegetação, expondo essas áreas à maior influência de vento, insolação direta e menor umidade, assim como maior invasão de espécies exóticas e agrotóxicos, e o maior risco de incêndios florestais vindos dessas bordas (Haddad et al., 2015).

4.3 CLASSE ÁREA DE VEGETAÇÃO NATURAL NO BIOMA MATA ATLÂNTICA

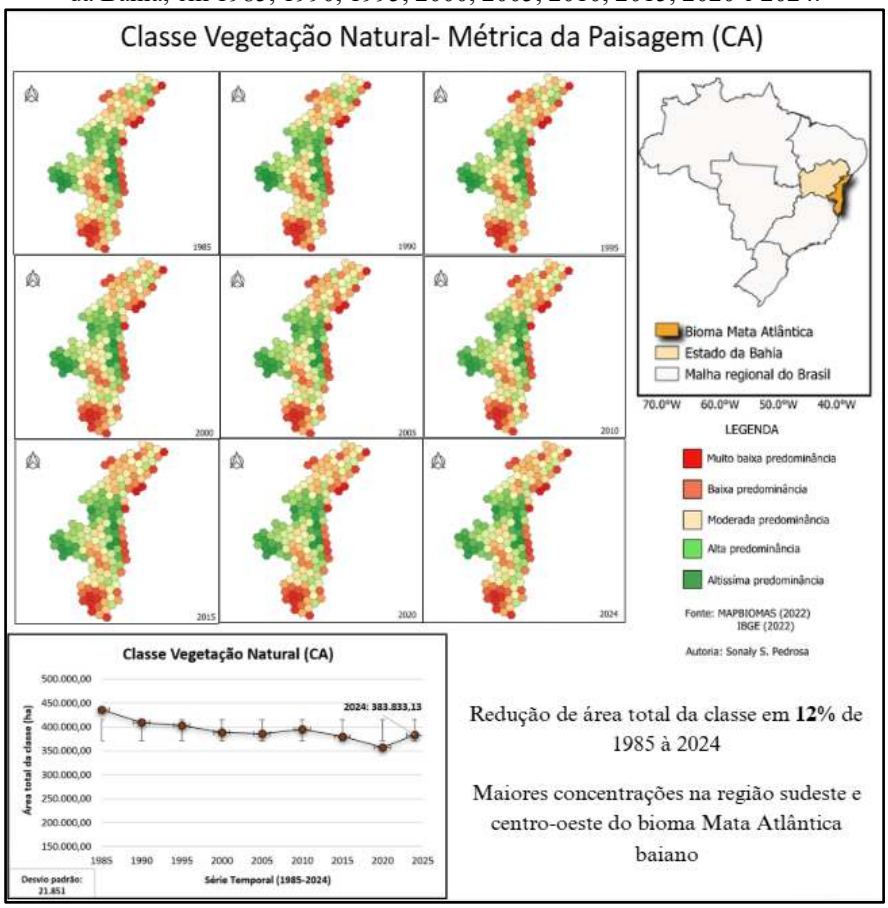
A conservação da Mata Atlântica é determinante para a manutenção dos serviços ecossistêmicos hídricos e edáficos. A cobertura florestal regula o microclima local e favorece o ciclo hidrológico ao aumentar a precipitação, otimizar os processos de infiltração, percolação e recarga de aquíferos, além de mitigar o escoamento superficial e a erosão hídrica. Consequentemente, sua degradação ameaça cerca de 50% da biodiversidade local (Joly; Metzger; Tabarelli, 2014), comprometendo espécies de valor socioeconômico fundamentais para o sustento e a subsistência de comunidades tradicionais.

As consequências dessas alterações ambientais e da fragmentação é a diminuição da biodiversidade do Bioma Mata Atlântica. Rezende et al. (2018) destacam que a Mata Atlântica permanece um dos hotspots mundiais de biodiversidade por combinar elevado endemismo com perda superior a 70% de sua cobertura original (Myers et al., 2000), e que seus remanescentes encontram-se altamente fragmentados e inseridos em uma matriz dominada por usos antrópicos. No estado da Bahia, da área original de Mata Atlântica restam somente 11,1%, considerando os fragmentos acima de 3 hectares (ha), se destacando historicamente entre os estados que apresentam maiores perdas de cobertura florestal nativa do bioma (Fundação SOS Mata Atlântica; INPE, 2022; Vancine et al., 2024). A diferença entre esse percentual e a proporção de vegetação natural aqui obtida decorre de critérios distintos: o Atlas contabiliza apenas remanescentes florestais maduros com mais de 3 ha, ao passo que a classe Vegetação Natural do MapBiomas inclui formações savânicas e campestres, manguezais e vegetação secundária em diferentes estágios de regeneração (Souza Jr. et al., 2020).

Ao avaliar espacialmente a distribuição da vegetação na Figura 6, observa-se que as maiores áreas de vegetação natural concentram-se predominantemente na porção central e sudeste do bioma Mata Atlântica baiano, enquanto os menores valores foram observados em regiões do norte e sul do bioma, indicando maior pressão antrópica. A porção centro-oeste corresponde ao planalto interior, entre o vale do Jiquiriçá, Jequié e Vitória da Conquista, dominado por florestas estacionais, enquanto a porção sudeste, entre Ilhéus e Porto Seguro, integra o Corredor Central da Mata Atlântica e abriga unidades de conservação federais como a Reserva Biológica de Una e os Parques Nacionais do Pau Brasil, do Descobrimento e do Monte Pascoal (Tabarelli et al., 2005; ICMBio, 2026). Cabe observar que o Parque Nacional da Chapada Diamantina, com cerca de 152.000 ha (ICMBio, 2014), situa-se no centro do estado, em domínio de Caatinga e Cerrado, fora dos limites do bioma Mata Atlântica e, portanto, fora da área de estudo. Embora ainda sejam áreas de maiores predominância de vegetação natural, frequentemente são alvos de intensa exploração ilegal de recursos, por meio da mineração, extrativistas não-madeireiros, agropecuária, poluição, madeireiros e queimadas.

A métrica CA (Class Area) apresentou redução, isto representa não apenas uma diminuição da área ocupada pela vegetação natural, mas também um indicativo de perda de habitats disponíveis para a manutenção da biodiversidade. Em ecologia da paisagem, a redução da área dos remanescentes está diretamente relacionada à diminuição da capacidade de suporte das populações naturais, aumentando a vulnerabilidade de espécies sensíveis e reduzindo a estabilidade ecológica dos ecossistemas (Fahrig, 2003). Aliado a essa problemática, o isolamento de fragmentos florestais pode reduzir a viabilidade das populações vegetais, em decorrência da perda de habitat e da redução do tamanho dos fragmentos (Haddad et al., 2015). Esse processo intensifica os efeitos de borda e a perda de área central, comprometendo a manutenção de processos ecológicos essenciais, como a polinização e a dispersão de sementes (Fernandes et al., 2017).

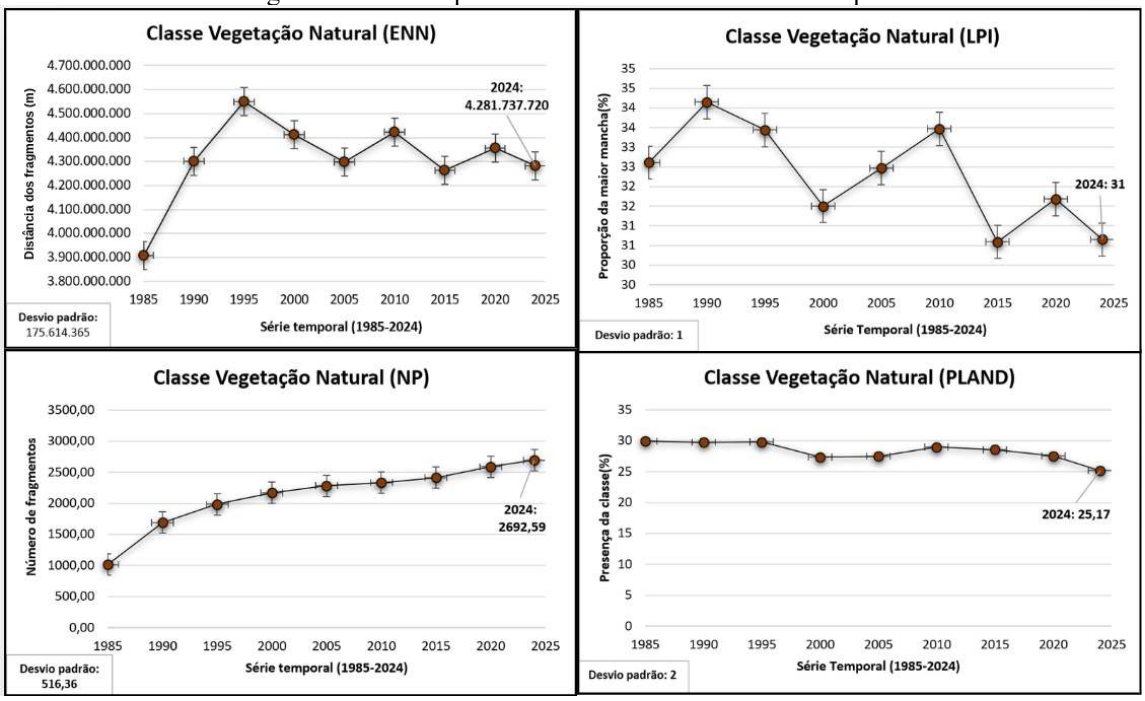
Figura 6 – Distribuição da área total (CA) da classe Vegetação Natural por hexágono no bioma Mata Atlântica do estado da Bahia, em 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, 2020 e 2024.



Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

A interpretação da dinâmica da vegetação torna-se mais consistente quando a métrica CA é analisada em conjunto com as demais métricas da paisagem, demonstradas na Figura 7. Ao avaliar, observa-se reduções sucessivas da área ocupada pela vegetação, acompanhadas pela diminuição da maior mancha (LPI), aumento do número de manchas (NP) e ampliação da distância entre fragmentos entre 1985 e 2024 (ENN), ainda que com oscilações e com o maior valor de ENN registrado em 1995. Tais comportamentos caracterizam um processo de fragmentação estrutural da paisagem, onde a perda da vegetação não ocorreu apenas pela redução da área total, mas também pela reorganização espacial dos remanescentes, tornando-os menores e mais isolados. Tais condições, podem ter favorecido a simplificação estrutural da paisagem e redução da capacidade de manter processos ecológicos, como dispersão de sementes, polinização e migração de espécies (Metzger, 2001).

Figura 7 – Métricas de ecologia da paisagem da classe Vegetação Natural no bioma Mata Atlântica do estado da Bahia, entre 1985 e 2024: (a) ENN – distância ao fragmento mais próximo; (b) LPI – proporção da maior mancha (%); (c) NP – número de manchas; (d) PLAND – percentual de área da classe (%). As barras indicam a dispersão dos valores entre os hexágonos e o desvio-padrão da série é informado em cada painel.



Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

De forma integrada, os resultados indicam que, apesar da redução relativamente moderada da área total de vegetação natural ao longo das últimas quatro décadas redução que incide sobre um remanescente já fortemente reduzido antes de 1985, uma vez que a maior parte da conversão histórica do bioma antecede o início da série (Ribeiro et al., 2009) , a continuidade desse processo de perda da vegetação natural, associada ao avanço das atividades agropecuárias e ao crescimento fragmentado das áreas não vegetadas observado neste estudo, evidencia uma tendência de simplificação estrutural da paisagem. Esse cenário reforça a importância do monitoramento contínuo, reforçando os argumentos de Rezende et al. (2018) sobre a capacidade potencial de recuperar áreas degradadas e de preservação permanente, por meio da elevação da conectividade da paisagem e cobertura vegetal da Mata Atlântica, a fim de reduzir processos de extinção local e ampliar a resiliência do bioma frente às mudanças ambientais.

4.4 CLASSE ÁREA URBANIZADA NO BIOMA MATA ATLÂNTICA

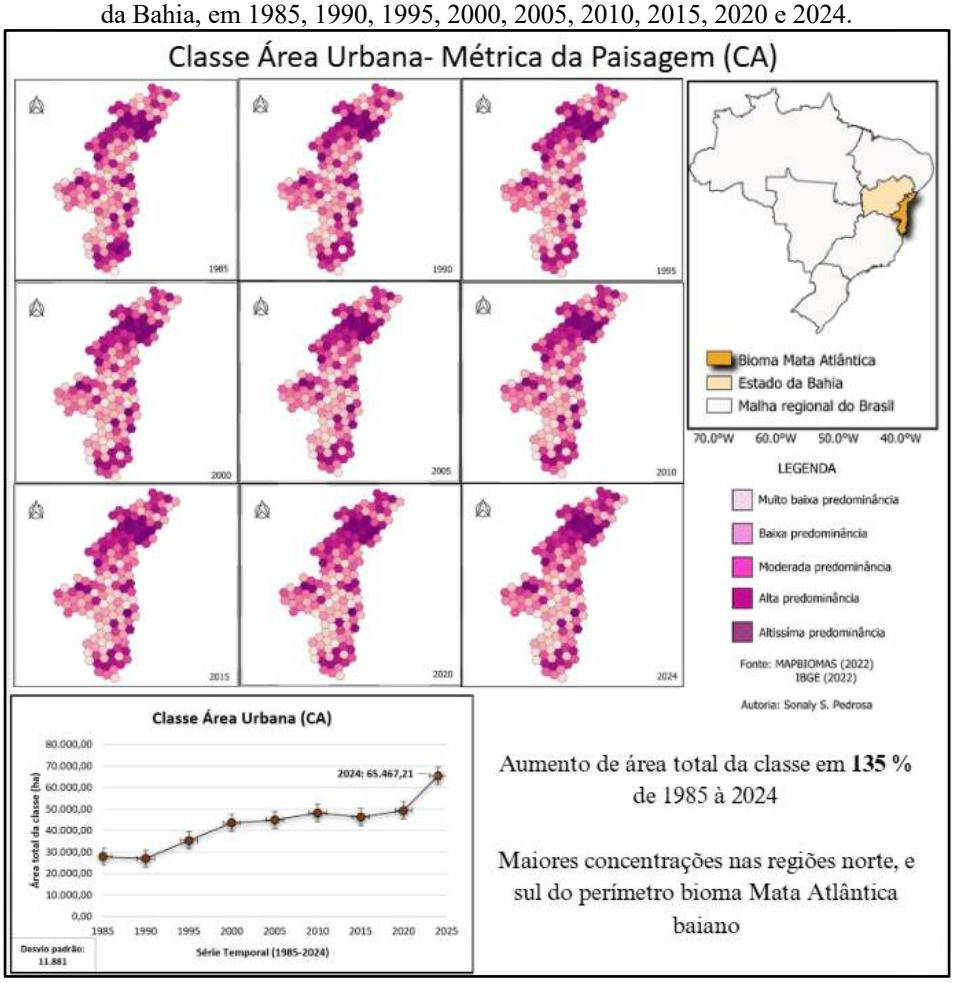
De acordo com Tabarelli et al. (2010), padrões não aleatórios dominam a dinâmica espacial e biológica da Mata Atlântica. Os autores mencionam que o desmatamento e a fragmentação do bioma são fortemente direcionados por restrições topográficas, infraestrutura, acesso físico e custos de oportunidade econômica. Da mesma forma, a distribuição e a dominância de espécies sobre

determinada área refletem uma matriz complexa moldada por fatores ecossistêmicos presentes e dinâmicas evolutivas históricas, incluindo isolamento reprodutivo, intercâmbio biótico e extinções locais.

Segundo dados do MapBiomas (2025) nas últimas quatro décadas, as áreas urbanas no Brasil cresceram 2,5 vezes, passando de 1,8 milhão de hectares em 1985 para 4,5 milhões de hectares em 2024, totalizando 0,5% do território nacional, com crescimento em média de 70 mil hectares por ano, de modo que cerca de 60% da área urbanizada existente em 2024 foi ocupada a partir de 1985. Especificamente na Mata Atlântica, a área urbanizada aumentou 2,3 vezes nos últimos 40 anos, com acréscimo de 1,3 milhão de hectares entre 1985 e 2024, e concentrava, em 2024, mais de 51% da área urbanizada do país; apenas cerca de 10% dessa expansão ocorreu sobre áreas naturais (MapBiomas, 2025). Avaliando espacialmente a concentração de áreas urbanizadas na Figura 8, as porções norte e sul do perímetro da Mata Atlântica baiano apresentam a classificação de alta e altíssima predominância da classe, esse padrão evidencia a intensificação e a expansão da ocupação urbana no território.

Essa manifestação é confirmada através da métrica Área total da classe (CA), ao qual aponta expansão das áreas urbanizadas no bioma Mata Atlântica da Bahia entre 1985 e 2024. Os dados quantitativos indicam pequena redução entre 1985 e 1990, seguida de uma tendência crescente a partir de 1990, com expansão mais acentuada entre 1990 e 2000 e, sobretudo, entre 2020 e 2024, anos ao qual foram registrados os maiores valores da série, de modo geral esse incremento quantitativo correspondeu a cerca de 135% entre os anos 1985 a 2024.

Figura 8 – Distribuição da área total (CA) da classe Área Urbanizada por hexágono no bioma Mata Atlântica do estado da Bahia, em 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, 2020 e 2024.



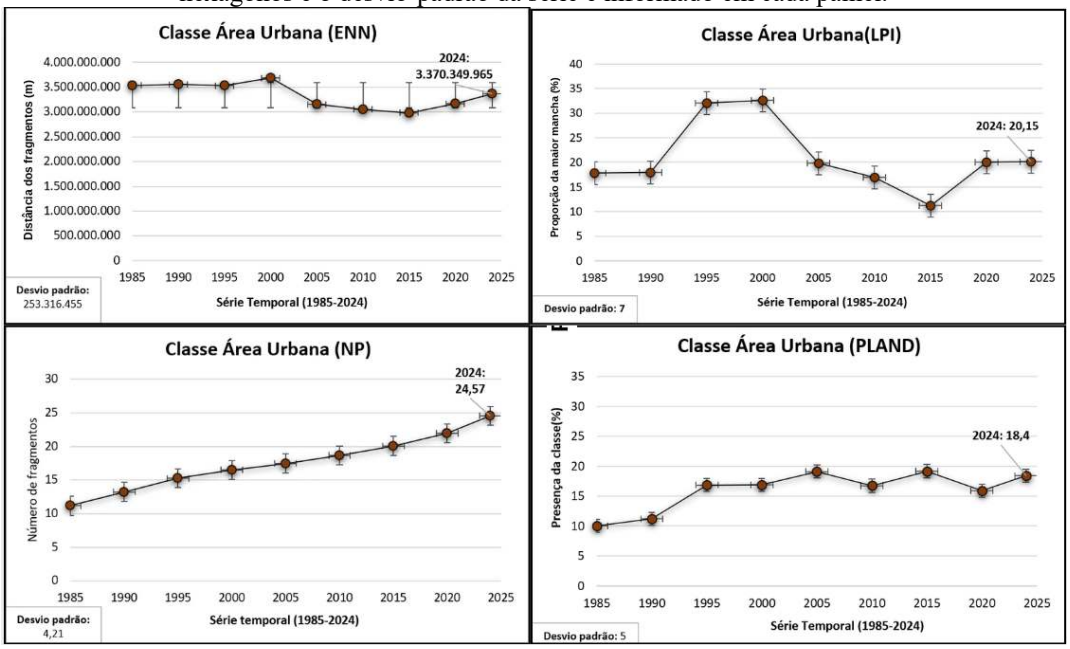
Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

As métricas da paisagem evidenciaram significativa transformação da classe Áreas Urbanizadas no bioma Mata Atlântica da Bahia (Figura 9). O aumento da CA e do PLAND demonstra a expansão territorial da ocupação urbana e sua crescente representatividade na paisagem, com a participação da classe passando de aproximadamente 10% para 18,4% em 2024. Aliado a isso, o NP apresentou crescimento contínuo, de 11 para 24,57 manchas, isto sugere que a expansão urbana ocorreu não apenas pela ampliação das áreas já consolidadas, mas também pela incorporação de novos núcleos urbanizados. O ENN apresentou comportamento oscilatório, com maior valor em 2000, leve redução até 2015 e posterior elevação gradual, resultando em um distanciamento moderado. O LPI, por sua vez, apresentou forte aumento entre 1990 e 2000, seguido de redução até 2015 e recuperação nos anos subsequentes, indicando retorno relativamente estável dos índices semelhantes aos primeiros anos de avaliação.

Cabe uma ressalva de leitura para todos os valores de PLAND, LPI e NP relatados nesta seção e nas anteriores. Como as métricas foram calculadas por hexágono e apenas depois agregadas para o

conjunto do bioma, os valores apresentados não expressam a participação da classe na área total do bioma, e sim a média dos valores obtidos nas unidades hexagonais. É por essa razão que o NP aparece com casas decimais (24,57 manchas em 2024) e que o PLAND das áreas urbanizadas alcança 18,4% e o dos corpos hídricos oscila entre 24% e 27%: percentuais dessa ordem seriam incompatíveis com a participação real dessas classes na área do bioma. A participação relativa de cada classe no conjunto das cinco classes pode ser obtida a partir das áreas totais (CA): em 2024, a agropecuária respondia por 31,6%, a vegetação natural por 27,9%, a área não vegetada por 24,9%, os corpos hídricos por 10,8% e a área urbanizada por 4,8%, totalizando 100%; em 1985, essas participações eram de aproximadamente 28,1%, 39,5%, 21,0%, 9,0% e 2,5%, respectivamente. A comparação entre datas dentro de uma mesma classe permanece válida, porque o procedimento de agregação é o mesmo em todas as datas; já a comparação direta entre classes e a leitura desses percentuais como fração do bioma exigem o cálculo das métricas para o bioma como um todo, sem a mediação da malha hexagonal (seção 4.6).

Figura 9 – Métricas de ecologia da paisagem da classe Área Urbanizada no bioma Mata Atlântica do estado da Bahia, entre 1985 e 2024: (a) ENN – distância ao fragmento mais próximo; (b) LPI – proporção da maior mancha (%); (c) NP – número de manchas; (d) PLAND – percentual de área da classe (%). As barras indicam a dispersão dos valores entre os hexágonos e o desvio-padrão da série é informado em cada painel.



Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

A interpretação conjunta dessas métricas revela que a expansão das áreas urbanizadas na Mata Atlântica baiana não ocorreu apenas pelo adensamento de polígonos preexistentes, mas por um padrão de crescimento onde a expansão das cidades segue em direção às suas bordas e áreas rurais, criando bairros distantes do centro e espraiamento urbano. Conforme apontam Liu et al. (2016) e McPhearson et al. (2016), o aumento concomitante da área total (CA/PLAND) e do número de fragmentos (NP)

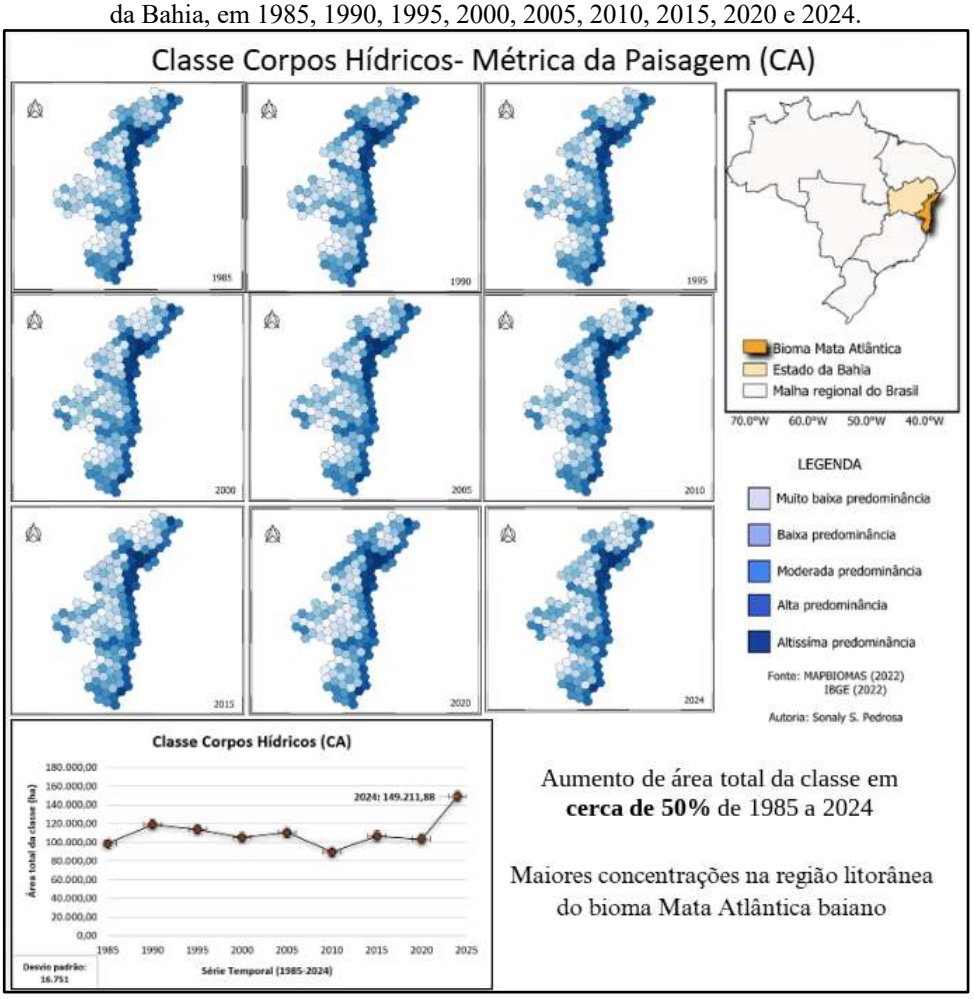
reflete um processo de perfuração e conversão progressiva da matriz natural por manchas antrópicas dispersas. A dinâmica oscilatória do ENN e a recuperação do LPI indicam uma tendência de agregação contínua de novos núcleos à malha pré-existente, padrão frequentemente associado à periurbanização desordenada em biomas tropicais (Liu et al., 2016). Essa expansão descontínua e heterogênea intensifica os efeitos de borda, fragiliza a conectividade estrutural (Haddad et al., 2015) e eleva a pressão sobre os remanescentes de vegetação nativa no entorno. Cabe ponderar, contudo, que Fahrig et al. (2019) demonstram que os efeitos da fragmentação per se, dissociados da perda de habitat, são frequentemente neutros ou positivos, de modo que a quantidade de habitat remanescente permanece o principal fator a ser considerado no planejamento.

4.5 CLASSE DE CORPOS HÍDRICOS NO BIOMA MATA ATLÂNTICA

Conforme sintetizado por Lino e Dias (2003), a supressão florestal desencadeia a degradação sistemática de corpos d'água e da dinâmica microclimática. Tais efeitos podem promover alterações direta nos ecossistemas hídricos, ocasionando assoreamento, aumento da turbidez, eutrofização e a poluição decorrente de atividades inadequadas dos setores agropecuários, urbanos e industriais. Além disso, o processo também desestabiliza o regime hidrológico, intensificando problemas de inundações no período chuvoso e redução da vazão nos períodos de secas, provocando também alterações climáticas e atmosféricas regionais, responsável por desencadear severa perda de biodiversidade local.

Deste modo, ao avaliar a distribuição da classe no bioma (Figura 10), os corpos hídricos apresentam-se predominantemente na região litorânea do estado, com braços hexagonais definidos no bioma, caracterizando a distribuição hidrográfica das bacias do atlântico leste (região hidrográfica que reúne, entre outras, as bacias dos rios Itapicuru, Paraguaçu, de Contas, Pardo e Jequitinhonha), somados a pontos específicos de reservatórios hídricos com menor predominância da classe. A própria Figura 10 registra, para essa classe, aumento de aproximadamente 50% na área total (CA) entre 1985 e 2024 a segunda maior variação relativa do conjunto analisado, superada apenas pela das áreas urbanizadas, valor que deve ser lido em conjunto com a estabilidade das demais métricas discutida a seguir.

Figura 10 – Distribuição da área total (CA) da classe Corpos Hídricos por hexágono no bioma Mata Atlântica do estado da Bahia, em 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, 2020 e 2024.



Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

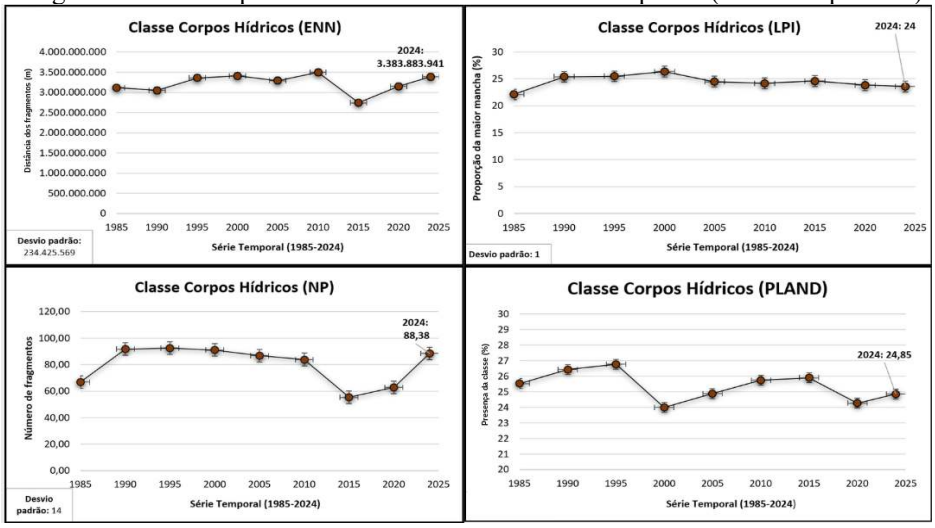
A análise temporal (1985–2024) da classe Corpos Hídricos revela relativa estabilidade da quantidade de água na paisagem nas métricas de composição relativas (PLAND e LPI), a despeito do incremento de área total registrado em 2024, acompanhada de reorganização de sua configuração espacial (Figura 11). A proporção da classe (PLAND) manteve-se em patamar estreito ao longo do período, entre aproximadamente 24% e 27%, e a proporção da maior mancha (LPI) variou de cerca de 22% em 1985 a 24% em 2024. As métricas de configuração, porém, apresentaram uma inflexão nítida em 2015, quando o número de manchas atingiu o menor valor da série (aproximadamente 55) e a distância entre fragmentos também recuou; a partir daquele ano, o número de manchas voltou a crescer de forma acentuada, alcançando 88,38 em 2024, e a distância entre fragmentos elevou-se novamente, aproximando-se dos valores registrados entre 1995 e 2010.

De forma geral, a paisagem não perdeu cobertura de água expressiva em termos brutos, mantendo-se estável nas métricas de composição ao longo da série temporal. A reorganização observada na configuração, no entanto, merece atenção: a proliferação de manchas menores e mais

isoladas eleva a exposição do recurso hídrico a efeitos microclimáticos de borda e à eutrofização, ao mesmo tempo que o maior distanciamento físico entre corpos d'água tende a comprometer o fluxo gênico e a dispersão de organismos aquáticos e semiaquáticos, com implicações sobre a resiliência ecológica do sistema (Haddad et al., 2015). Cabe ponderar, contudo, que a classe Corpos Hídricos responde fortemente à variabilidade hidrológica interanual e à implantação de reservatórios e tanques de aquicultura, de modo que o aumento simultâneo de área e de número de manchas em 2024 é mais compatível com a formação de novos corpos d'água, naturais ou artificiais, do que com a subdivisão de corpos preexistentes; a leitura em termos de fragmentação, própria de habitats terrestres, deve, portanto, ser aplicada com cautela a essa classe (Pekel et al., 2016).

Convém explicitar a aparente tensão entre esses resultados. A área total da classe cresceu cerca de 50% no período, ao passo que a proporção da paisagem ocupada por ela (PLAND) e a proporção da maior mancha (LPI) permaneceram praticamente constantes. Duas leituras são compatíveis com esse quadro e não podem ser separadas com os dados disponíveis: a primeira é a de que CA e PLAND foram agregados entre hexágonos por procedimentos distintos soma no primeiro caso e média no segundo , de modo que os dois valores não são diretamente comparáveis; a segunda é a de que o incremento de área concentrou-se em hexágonos onde a classe já era proporcionalmente expressiva, sem alterar sua participação média. A distinção entre as duas hipóteses exige o cálculo das métricas para o bioma como um todo, sem a mediação da malha hexagonal, procedimento recomendado para estudos futuros (seção 4.6).

Figura 11 – Métricas de ecologia da paisagem da classe Corpos Hídricos no bioma Mata Atlântica do estado da Bahia, entre 1985 e 2024: (a) ENN – distância ao fragmento mais próximo; (b) LPI – proporção da maior mancha (%); (c) NP – número de manchas; (d) PLAND – percentual de área da classe (%). As barras indicam a dispersão dos valores entre os hexágonos e o desvio-padrão da série é informado em cada painel (exceto no painel d).



Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

Diante de todo os resultados e contexto expostos, é inquestionável que a conservação da mata atlântica requer a integração da proteção dos remanescentes, restauração de áreas degradadas e planejamento territorial. As unidades de conservação (UCS), estabelecidas nas esferas federal, estadual, municipal e privada, constituem importantes instrumentos para a proteção da biodiversidade, dos recursos hídricos e dos serviços ecossistêmicos. Entretanto, parcela expressiva da vegetação nativa remanescente ainda se encontra vulnerável às pressões antrópicas, evidenciando a necessidade de fortalecer a criação, a gestão e a conectividade das áreas protegidas (ICMBio, 2026).

A conservação de fragmentos existentes deve ser associada à restauração de áreas ambientalmente estratégicas, especialmente áreas de preservação permanente (APPs), matas ciliares, áreas de mananciais e regiões importantes para a conectividade da paisagem, com a finalidade de contribuir com a recuperação da biodiversidade e dos processos ecológicos (Brasil, 2006; Brasil, 2012). A restauração também representa uma estratégia relevante para a recuperação da funcionalidade dos ecossistemas e para o cumprimento das exigências estabelecidas pela legislação ambiental brasileira.

A necessidade dessas ações é reforçada pela persistência da fragmentação e da perda de cobertura florestal no bioma. Embora os dados mais recentes indiquem redução de 40% na supressão de florestas maduras entre 2024 e 2025, o monitoramento do INPE e da fundação SOS Mata Atlântica demonstra que a pressão sobre os remanescentes ainda demanda ações permanentes de proteção, fiscalização e recuperação ambiental (INPE; Fundação SOS Mata Atlântica, 2026). Dessa forma, além da ampliação e consolidação das UCs, torna-se fundamental promover a restauração ecológica em áreas prioritárias e estimular a participação de comunidades locais, proprietários rurais, instituições de pesquisa, órgãos públicos e organizações da sociedade civil.

A articulação entre essas instituições favorece a implementação de estratégias de restauração em escala de paisagem e amplia as possibilidades de recuperação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos (Crouzeilles et al., 2019). Constituindo mecanismos fundamentais para conciliar conservação da natureza, recuperação de áreas degradadas e uso sustentável dos recursos naturais do território.

Os resultados devem ser lidos à luz de seis limitações. A primeira é a sensibilidade das métricas à extensão da unidade de análise. O mesmo território avaliado com hexágonos de dimensões distintas produz valores diferentes de NP, LPI, PLAND e ENN, de modo que os valores absolutos aqui apresentados são comparáveis apenas entre datas de uma mesma classe, sob a mesma malha, e não a estudos que adotem outras unidades analíticas (McGarigal; Marks, 1995).

A segunda decorre da agregação das métricas entre hexágonos. Os valores das Figuras 03, 05, 07, 09 e 11 correspondem à média dos valores calculados por hexágono e, por isso, o número de manchas assume valores fracionários e os percentuais de PLAND e LPI não expressam a participação da classe na área total do bioma, cuja soma entre classes seria 100%; a participação relativa de cada classe, calculada a partir das áreas totais (CA), é apresentada na seção 4.4. As tendências temporais permanecem válidas, mas a comparação de magnitude entre classes requer o cálculo das métricas para o bioma como um todo.

A terceira refere-se à métrica ENN, cujos valores agregados alcançam ordens de grandeza muito superiores às distâncias individuais entre manchas e, embora expressos em metros, resultam da agregação das distâncias entre manchas de cada hexágono. Esses valores devem ser interpretados como índice relativo de isolamento, adequado à comparação entre datas de uma mesma classe, e não como distância média em metros entre fragmentos. Acrescente-se que a instabilidade interanual da classificação do MapBiomas, que produz cerca de 4,6 vezes mais transições anuais do que dados de referência (Matos et al., 2025), tende a inflar o número de manchas pequenas e, com ele, o NP, o que reforça a leitura das métricas como tendências, e não como valores absolutos.

A quarta limitação é a resolução temporal efetiva. Embora a Coleção 10 do MapBiomas disponibilize mapas anuais, a análise foi conduzida em nove datas com intervalo predominante de cinco anos, o que impede detectar oscilações de curto prazo e reduz a capacidade de identificar pontos de inflexão com precisão anual.

A quinta limitação decorre da natureza dos dados de cobertura. A legenda agregada em cinco classes não distingue, dentro da vegetação natural, fitofisionomias com estruturas e vulnerabilidades distintas, nem separa, dentro da agropecuária, pastagem, lavoura e silvicultura, cujas dinâmicas espaciais são diferentes. Além disso, a acurácia do produto de mapeamento varia entre classes e regiões, e essa incerteza propaga-se para as métricas derivadas.

A sexta limitação é a ausência de teste estatístico de tendência. As trajetórias foram descritas de forma qualitativa a partir dos gráficos, sem aplicação de testes de monotonicidade ou de detecção de pontos de mudança, o que impede afirmar a significância estatística das variações observadas. Nenhuma dessas limitações invalida o diagnóstico apresentado, mas todas delimitam o tipo de afirmação que ele sustenta.

A contribuição empírica deste trabalho consiste em produzir, para a totalidade da área de ocorrência da Mata Atlântica no estado da Bahia, um diagnóstico que articula composição e configuração da paisagem em nove datas ao longo de quase quatro décadas, em uma escala que os estudos disponíveis para o estado concentrados em recortes municipais, em unidades de conservação

isoladas ou em bacias específicas não cobriam. A contribuição metodológica está no uso de uma malha hexagonal regular como unidade de análise, o que permite tratar todo o bioma no estado com um mesmo suporte espacial e comparar diretamente porções litorâneas, centrais e do extremo sul. A contribuição territorial reside na identificação das porções norte e sul como as de maior pressão antrópica, seja pela dominância da matriz agropecuária, seja pela expansão urbana e pelo avanço das áreas não vegetadas, e da porção central e sudeste como as de maior remanescência de vegetação natural. Por fim, a contribuição para o monitoramento consiste em estabelecer uma linha de base quantitativa, replicável a partir da mesma malha e das mesmas métricas, contra a qual coleções futuras do MapBiomas poderão ser comparadas.

5 CONCLUSÃO

A análise espaço-temporal de 39 anos (1985–2024) demonstra que a degradação da Mata Atlântica na Bahia não se restringe à redução absoluta da cobertura vegetal nativa (−12%), mas manifesta-se prioritariamente em um severo processo de fragmentação e simplificação estrutural da paisagem. Enquanto a classe agropecuária expandiu-se de forma consolidada (+40,21%) e as áreas urbanizadas cresceram de modo intensivo (+135%), os remanescentes florestais sofreram redução da sua maior mancha (LPI) e maior isolamento físico (ENN). Essa perda de conectividade estrutural é reforçada pela expansão desordenada de áreas não vegetadas (+47,84%) expondo tendência de dispersão nos últimos anos.

A avaliação da dinâmica espaço-temporal do uso e cobertura da terra no bioma Mata Atlântica do estado da Bahia entre 1985 e 2024 mostrou que a paisagem passou por transformações simultâneas de composição e de configuração. O principal resultado é a combinação entre redução de 12% da área de vegetação natural e avanço das classes antrópicas 40,21% na agropecuária, 135% nas áreas urbanizadas e 47,84% nas áreas não vegetadas , acompanhada de queda da proporção da maior mancha e do percentual de paisagem ocupado pela vegetação natural e de aumento da distância entre seus fragmentos.

Entre os resultados secundários, destacam-se três. A expansão agropecuária ocorreu sobretudo por ampliação e conexão de manchas preexistentes, com número de manchas estável e proporção da maior mancha crescente, configurando uma matriz consolidada e espacialmente contínua. A expansão urbana, ao contrário, combinou aumento de área com crescimento contínuo do número de manchas, de aproximadamente 11 para 24,57, padrão compatível com espraiamento e incorporação de novos núcleos. E a classe Corpos Hídricos manteve-se estável em composição relativa (PLAND e LPI),

embora com incremento de área total em 2024, mas apresentou reorganização de sua configuração a partir de 2015, com aumento do número de manchas e da distância entre elas até 2024.

O significado científico desses achados está em mostrar que, na Mata Atlântica baiana, a degradação não se resume à perda de cobertura. A vegetação natural perdeu área em proporção comparativamente moderada, mas o que resta encontra-se mais subdividido e mais isolado, condição que a literatura associa à intensificação dos efeitos de borda e à redução da viabilidade de populações e de processos ecológicos como polinização e dispersão de sementes (Fahrig, 2003; Haddad et al., 2015; Vancine et al., 2024). Diagnósticos apoiados apenas no balanço de área tendem, portanto, a subestimar a degradação efetiva do bioma.

Como implicação prática, o planejamento territorial deve ir além da contenção do desmatamento, priorizando o fortalecimento das unidades de conservação, a implantação de corredores ecológicos e a restauração de áreas de preservação permanente e matas ciliares nas porções norte e sul do bioma, onde a pressão antrópica se mostrou mais intensa. Tais medidas são as que efetivamente atuam sobre a conectividade, e não apenas sobre a quantidade de habitat (Crouzeilles et al., 2019).

Os resultados devem ser considerados em conjunto com as limitações discutidas na seção 4.6, em especial a dependência dos valores absolutos em relação à dimensão da malha hexagonal e ao procedimento de agregação das métricas. Como perspectivas, recomenda-se: calcular as métricas também para o bioma como um todo e testar a sensibilidade dos resultados à dimensão dos hexágonos; ampliar a série para resolução anual, aproveitando integralmente a Coleção 10 do MapBiomas; aplicar testes estatísticos de tendência e de detecção de pontos de mudança às séries de cada métrica; desagregar a vegetação natural por fitofisionomia e a agropecuária por tipo de uso; e incorporar métricas de conectividade funcional, que consideram a capacidade de deslocamento das espécies, complementando a leitura estrutural aqui realizada.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi apoiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), por meio do edital CNPq/MCTI nº 441271/2023-5 –Presente, Passado e Futuro da Biodiversidade do Semiárido: Inventários, Monitoramento, Impactos das Mudanças Climáticas e Implicações para o Uso e Conservação da Flora, Fauna e Fungos. W.J.F.R. foi apoiado por bolsa de produtividade em pesquisa do CNPq (processo nº 314954/2021-0), Projeto Prospecta 4.0 –CNPq (processo nº 407907/2022-0) e pelo projeto 30202010010121001 –CTBIO –FINEP, associada ao Centro Temático de Bioeconomia do Semiárido (UEFS –CTBio-CIMATEC SERTÃO). Os autores agradecem ao Instituto Nacional de Ciência

e Tecnologia em Estudos Interdisciplinares e Transdisciplinares em Ecologia e Evolução (INCT IN-TREE), financiado pelo CNPq (408930/2024-1), pela CAPES (88887.195651/2025-00) e pela FAPESP. Financiamento adicional foi fornecido pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), por meio do programa Bioeconomia, Recursos Hídricos e Sustentabilidade Ambiental na Bahia, no âmbito da Chamada nº 38/2022, Acordo de Cooperação Técnica nº 294/2023 e Termo de Outorga nº PPF0003/2023. Os autores agradecem ao Programa de Pós-Graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente (PPGM/UEFS) pelo apoio institucional, bem como ao SENAI CIMATEC pela contribuição no desenvolvimento científico e tecnológico voltado à inovação aplicada.R.N.V. foi apoiado pelo INCT IN-TREE e agradece a bolsa SET-G 30202010010121001 –CTBIO –FINEP, associada ao Centro Temático de Bioeconomia doSemiárido (UEFS –CTBio-CIMATEC SERTÃO), vinculado a Projetos Especiais.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei n.º 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica. Brasília: Presidência da República, 2006. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11428.htm. Acesso em: 2 set. 2026.

BRASIL. Lei n.º 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 28 maio 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 2 set. 2026.

CROUZEILLES, Renato; SANTIAMI, Edson; ROSA, Marcos et al. There is hope for achieving ambitious Atlantic Forest restoration commitments. Perspectives in Ecology and Conservation, v. 17, n. 2, p. 80-83, 2019. DOI: https://doi.org/10.1016/j.pecon.2019.04.003.

DOS SANTOS, João Flávio Costa; GLERIANI, José Marinaldo; VELLOSO, Sidney Geraldo Silveira et al. Wildfires as a major challenge for natural regeneration in Atlantic Forest. Science of the Total Environment, v. 650, p. 809-821, 2019. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.016.

FAHRIG, Lenore; ARROYO-RODRÍGUEZ, Víctor; BENNETT, Joseph R. et al. Is habitat fragmentation bad for biodiversity? Biological Conservation, v. 230, p. 179-186, 2019. DOI: https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.12.026.

FAHRIG, Lenore. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, v. 34, p. 487-515, 2003. DOI: https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419.

FERNANDES, Milton Marques; et al. Análise temporal da fragmentação florestal na região semiárida de Sergipe. Nativa, v. 5, n. 6, p. 421-427, 2017.

FRANCISCO, Paulo Roberto Megna; et al. Dinâmica temporal da cobertura e uso das terras do estado da Paraíba utilizando MapBiomas. Journal of Environmental Analysis and Progress (Geama), 2023.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. A Mata Atlântica. v. 2 digital. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 2023. Disponível em: https://cms.sosma.org.br/wp-content/uploads/2023/10/Folheto-sosma-2023-v2digital-1.pdf. Acesso em: 2 set. 2026.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica: relatório técnico, período 2020-2021. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica; São José dos Campos: INPE, 2022. Disponível em: https://cms.sosma.org.br/wp-content/uploads/2022/05/Sosma-Atlas-2022-1.pdf. Acesso em: 2 set. 2026.

GUEDES, Betina J.; MASSI, Klécia G.; EVERS, Cody; NIELSEN-PINCUS, Max. Vulnerability of small forest patches to fire in the Paraiba do Sul River Valley, southeast Brazil: implications for restoration of the Atlantic Forest biome. Forest Ecology and Management, v. 465, e118095, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118095.

HADDAD, Nick M.; BRUDVIG, Lars A.; CLOBERT, Jean et al. Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. Science Advances, v. 1, n. 2, e1500052, 2015. DOI: https://doi.org/10.1126/sciadv.1500052.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO). Mata Atlântica: caracterização do bioma e unidades de conservação federais. Brasília: ICMBio, 2026. Disponível em: https://www.gov.br/icmbio/pt-br. Acesso em: 2 set. 2026.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO). Parque Nacional da Chapada Diamantina. Brasília: ICMBio, 2014. Disponível em: https://www.gov.br/icmbio/pt-br. Acesso em: 2 set. 2026.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO). Mata Atlântica: caracterização climática e fitofisionômica do bioma. Brasília: ICMBio, 2025. Disponível em: https://www.gov.br/icmbio/pt-br. Acesso em: 2 set. 2026.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE); FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica: período 2024-2025. São José dos Campos: INPE; São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 2026.

JOLY, Carlos A.; METZGER, Jean Paul; TABARELLI, Marcelo. Experiences from the Brazilian Atlantic Forest: ecological findings and conservation initiatives. New Phytologist, v. 204, n. 3, p. 459-473, 2014. DOI: https://doi.org/10.1111/nph.12989.

KERR, Barbara; REMMEL, Tarmo K. Activity-based measures of landscape fragmentation. Landscape Ecology, v. 39, n. 12, e198, 2024. DOI: https://doi.org/10.1007/s10980-024-01987-w.

LIMA-RIBEIRO, Matheus de Souza. Efeitos de borda sobre a vegetação e estruturação populacional em fragmentos de Cerradão no Sudoeste Goiano, Brasil. Acta Botanica Brasilica, v. 22, n. 2, p. 535-545, 2008. DOI: https://doi.org/10.1590/S0102-33062008000200020.

LINO, Clayton Ferreira; DIAS, Heloísa (org.). Águas e florestas da Mata Atlântica: por uma gestão integrada. São Paulo: Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, 2003.

LIU, Zhifeng; HE, Chunyang; WU, Jianguo. The relationship between habitat loss and fragmentation during urbanization: an empirical evaluation from 16 world cities. PLOS ONE, v. 11, n. 4, e0154613, 2016. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0154613.

McGARIGAL, Kevin; et al. FRAGSTATS v4: spatial pattern analysis program for categorical maps. Amherst: University of Massachusetts, 2012. Disponível em: https://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html. Acesso em: 2 set. 2026.

McGARIGAL, Kevin; MARKS, Barbara J. FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Portland: USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 1995. (General Technical Report PNW-GTR-351).

McPHEARSON, Timon; PICKETT, Steward T. A.; GRIMM, Nancy B. et al. Advancing urban ecology toward a science of cities. BioScience, v. 66, n. 3, p. 198-212, 2016. DOI: https://doi.org/10.1093/biosci/biw002.

MAPBIOMAS. Coleção 10 da série anual de mapas de cobertura e uso da terra do Brasil (1985-2024). São Paulo: Projeto MapBiomas, 2025. Disponível em: https://brasil.mapbiomas.org/. Acesso em: 2 set. 2026.

MARTENSEN, Alexandre Camargo. A importância da dinâmica espaço-temporal na análise de paisagens fragmentadas. Curitiba: Appris, 2021.

MATOS, A. P.; HUNTER, M. O.; PONTIUS JR., R. G.; BAUMANN, L. R.; PARENTE, L. L.; FERREIRA, L. G. Accounting for alternation in temporal quality analysis in MapBiomas Brazil. International Journal of Digital Earth, v. 18, n. 1, e2528604, 2025. DOI: https://doi.org/10.1080/17538947.2025.2528604.

METZGER, Jean Paul. Conservation issues in the Brazilian Atlantic Forest. Biological Conservation, v. 142, n. 6, p. 1138-1140, 2009. DOI: https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.10.012.

METZGER, Jean Paul. O que é ecologia de paisagens? Biota Neotropica, v. 1, n. 1-2, p. 1-9, 2001. DOI: https://doi.org/10.1590/S1676-06032001000100006.

MYERS, Norman; MITTERMEIER, Russell A.; MITTERMEIER, Cristina G.; FONSECA, Gustavo A. B. da; KENT, Jennifer. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature, v. 403, n. 6772, p. 853-858, 2000. DOI: https://doi.org/10.1038/35002501.

NOVO, Evlyn Márcia Leão de Moraes. Sensoriamento remoto: princípios e aplicações. 5. ed. São Paulo: Blucher, 2020.

OLIVEIRA, Karine C. S.; AGUIAR, Wesley M.; VASCONCELOS, Rodrigo N.; CURRIHUINCA, L. E. S.; CAIAFA, Alessandra N. Mudanças na estrutura da paisagem na Área de Proteção Ambiental de Pratigi, Bahia, Brasil. Revista Brasileira de Ciências Ambientais, v. 59, 2024.

OLIVEIRA, Mariana G.; SANTOS, Graciliano G. A.; LAQUES, Anne E.; THALÊS, Marcelo; MITJA, Danielle; MIRANDA, Izildinha S. Métricas da paisagem e quantidade de habitat florestal em um mosaico agrícola, sudeste do Pará. Pesquisa Florestal Brasileira, v. 42, e201902023, p. 1-8, 2022.

PATROCÍNIO, Letícia R. A influência de características da paisagem na dinâmica de incêndios florestais na Mata Atlântica costeira da Bahia. 2022. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada à Gestão Ambiental) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2022.

PEKEL, Jean-François; COTTAM, Andrew; GORELICK, Noel; BELWARD, Alan S. High-resolution mapping of global surface water and its long-term changes. Nature, v. 540, n. 7633, p. 418-422, 2016. DOI: https://doi.org/10.1038/nature20584.

PINHEIRO, Lidriana S.; MEIRELES, Antonio Jeovah A.; ROSSI, Sergio. Dinâmica do uso e cobertura da terra em microbacias no Nordeste brasileiro ao longo de uma década. Contribuciones a las Ciencias Sociales, 2023.

PINTO, Luís Fernando Guedes; METZGER, Jean Paul; SPAROVEK, Gerd. Produção de alimentos na Mata Atlântica: desafios para uma agropecuária sustentável, saudável e com neutralização de carbono no bioma que é o maior produtor de alimentos do Brasil. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 2022.

REZENDE, Camila L.; SCARANO, Fabio R.; ASSAD, Eduardo D.; JOLY, Carlos A.; METZGER, Jean Paul; STRASSBURG, Bernardo B. N.; TABARELLI, Marcelo; FONSECA, Gustavo A.; MITTERMEIER, Russell A. From hotspot to hopespot: an opportunity for the Brazilian Atlantic Forest. Perspectives in Ecology and Conservation, v. 16, n. 4, p. 208-214, 2018. DOI: https://doi.org/10.1016/j.pecon.2018.10.002.

RIBEIRO, Milton Cezar; METZGER, Jean Paul; MARTENSEN, Alexandre Camargo; PONZONI, Flávio Jorge; HIROTA, Márcia Makiko. The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. Biological Conservation, v. 142, n. 6, p. 1141-1153, 2009. DOI: https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.02.021.

SOARES, Silvana O. W.; VASCONCELOS, Rodrigo N.; BARBOSA, E. C. C.; SANTANA, Mariana M. M.; FRANCA-ROCHA, Washington J. S.; SOUZA, Deorgia T. M. Dinâmica espaço-temporal do uso e cobertura no bioma Mata Atlântica: quantificação de padrões espaciais ao longo do litoral norte e da região do agreste na Bahia. v. 35, 2025.

SOUZA JR., Carlos M.; SHIMBO, Julia Z.; ROSA, Marcos R. et al. Reconstructing three decades of land use and land cover changes in Brazilian biomes with Landsat archive and Earth Engine. Remote Sensing, v. 12, n. 17, e2735, 2020. DOI: https://doi.org/10.3390/rs12172735.

TABARELLI, Marcelo; AGUIAR, Antonio Venceslau; RIBEIRO, Milton Cezar; METZGER, Jean Paul; PERES, Carlos A. Prospects for biodiversity conservation in the Atlantic Forest: lessons from aging human-modified landscapes. Biological Conservation, v. 143, n. 10, p. 2328-2340, 2010. DOI: https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.02.005.

TABARELLI, Marcelo; PINTO, Luiz Paulo; SILVA, José Maria C.; HIROTA, Márcia M.; BEDÊ, Lúcio C. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. Megadiversidade, v. 1, n. 1, p. 132-138, 2005.

VANCINE, Maurício H.; MUYLAERT, Renata L.; NIEBUHR, Bernardo B. et al. The Atlantic Forest of South America: spatiotemporal dynamics of the vegetation and implications for conservation. Biological Conservation, v. 291, e110499, 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.biocon.2024.110499.