ReGeo ISSN: 2177-3246

ANÁLISE DA PAISAGEM DE MORRO DO CHAPÉU-BA EM UMA SÉRIE TEMPORAL DE 35 ANOS (1985-2019)

LANDSCAPE ANALYSIS OF MORRO DO CHAPÉU, BAHIA, BRAZIL, OVER A 35-YEAR TIME SERIES (1985-2019)

ANÁLISIS DEL PAISAJE DE MORRO DO CHAPÉU, BAHÍA, BRASIL, EN UNA SERIE TEMPORAL DE 35 AÑOS (1985-2019)

https://doi.org/10.56238/revgeov17n10-098

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

Naíara Mota dos Santos
Mestra em Ciências Ambientais
Instituição: Universidade Estadual de Feira de Santana
E-mail: mota.naiara29@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

Mariana Martins Medeiros de Santana
Doutora em Ecologia
Instituição: Universidade do Estado do Amapá
E-mail: mariana.medeiros@ueap.edu.br

Luanna Maia Carneiro
Doutora em Geoquímica do Petróleo e Meio Ambiente
Instituição: Universidade Estadual de Feira de Santana
E-mail: lmcarneiro@uefs.br

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

RESUMO
Neste artigo, analisa-se a composição da paisagem de um município inserido no Bioma Caatinga, por meio de métricas da paisagem, a partir do qual são analisadas mudanças na estrutura da paisagem. Métricas da paisagem baseiam-se na análise da distribuição, forma e arranjo espacial dos elementos que compõem a paisagem. Neste artigo, são analisadas métricas de área e de agregação, como a CA (área de cada classe ou c*lass area*) LPI (percentagem da paisagem composta pela maior área, ou Largest Patch Index), PLAND (área total de determinada classe na paisagem em percentagem ou *Percentage of Landscape*) e NP (número de manchas existentes na paisagem ou *number of patches)*. Dentre outros termos, foram observadas mudanças principalmente no que permeiam redução de áreas naturais florestais e crescimento de usos antrópicos como agropecuária. Programas governamentais, como o Programa Nacional de Produção e Uso do biodiesel (PNPB), podem ter contribuído para tais

alterações. Reduções no tamanho da maior mancha e aumento na quantidade de manchas, foram observadas, o que indica fragmentação da formação savânica e perda de área da formação florestal, cujo número de manchas também diminuiu. A redução de floresta em momentos oportunos ao crescimento de agropecuária indica que está havendo perda de cobertura natural para usos. A supressão de vegetação como savana e floresta oferece riscos a áreas de interesse ecológico e geoambiental, fazendo-se necessária a criação de medidas protetivas desses ambientes como as unidades de conservação, efetivação da proposta de criação do Geopark Morro do Chapéu em espaços de domínio público e de RPPNs em ambientes privados.

Palavras-chave: Biodiversidade. Geoconservação. Métricas da Paisagem. Caatinga. FRAGSTATS.

ABSTRACT

This article analyses the landscape composition of a municipality located in the Caatinga biome by means of landscape metrics, from which changes in landscape structure are assessed. Landscape metrics are based on the analysis of the distribution, shape and spatial arrangement of the elements that compose the landscape. Area and aggregation metrics were analysed, namely CA (class area), LPI (largest patch index), PLAND (percentage of landscape) and NP (number of patches), computed in FRAGSTATS for six land use and land cover classes derived from Collection 5.0 of the MapBiomas Project, on an annual basis, between 1985 and 2019. Changes were observed mainly in the reduction of natural forest areas and in the growth of anthropogenic uses such as agriculture and livestock. Government programmes, such as the National Programme for the Production and Use of Biodiesel (PNPB), may have contributed to these changes. Reductions in the size of the largest patch and increases in the number of patches were observed, indicating fragmentation of the savanna formation and area loss in the forest formation, whose number of patches also declined. The decrease of forest in periods favourable to the expansion of agriculture and livestock indicates a loss of natural cover to anthropogenic uses. The suppression of savanna and forest vegetation poses risks to areas of ecological and geoenvironmental interest, making it necessary to establish protective measures such as conservation units, the implementation of the proposed Morro do Chapéu Geopark on public land, and the creation of Private Natural Heritage Reserves (RPPNs) on private land.

Keywords: Biodiversity. Geoconservation. Landscape Metrics. Caatinga. FRAGSTATS.

RESUMEN

En este artículo se analiza la composición del paisaje de un municipio situado en el bioma Caatinga mediante métricas del paisaje, a partir de las cuales se evalúan los cambios en la estructura del paisaje. Las métricas del paisaje se basan en el análisis de la distribución, la forma y la disposición espacial de los elementos que lo componen. Se analizaron métricas de área y de agregación —CA (área de clase), LPI (índice de la mayor mancha), PLAND (porcentaje del paisaje) y NP (número de manchas)—, calculadas en FRAGSTATS para seis clases de uso y cobertura de la tierra derivadas de la Colección 5.0 del Proyecto MapBiomas, en base anual, entre 1985 y 2019. Los cambios se observaron principalmente en la reducción de áreas naturales forestales y en el crecimiento de usos antrópicos como la agropecuaria. Programas gubernamentales, como el Programa Nacional de Producción y Uso del Biodiésel (PNPB), pueden haber contribuido a esas alteraciones. Se registraron reducciones en el tamaño de la mayor mancha y aumentos en el número de manchas, lo que indica fragmentación de la formación sabánica y pérdida de área de la formación forestal, cuyo número de manchas también disminuyó. La disminución del bosque en períodos favorables a la expansión agropecuaria indica pérdida de cobertura natural en favor de usos antrópicos. La supresión de vegetación de sabana y bosque supone riesgos para áreas de interés ecológico y geoambiental, lo que hace necesaria la creación de medidas de protección, como unidades de conservación, la implementación de la propuesta del

Geoparque Morro do Chapéu en terrenos de dominio público y la creación de Reservas Privadas del Patrimonio Natural (RPPN) en terrenos privados.

Palabras clave: Biodiversidad. Geoconservación. Métricas del Paisaje. Caatinga. FRAGSTATS.

1 INTRODUÇÃO

A Caatinga é o único bioma exclusivamente brasileiro presente no território nacional (MMA, 2011). Este bioma é um dos mais ameaçados devido à larga escala temporal de usos indevidos e insustentáveis dos solos e bens naturais (VELLOSO *et al.,* 2002). Segundo o Projeto MapBiomas (2019), a Caatinga perdeu nos últimos 33 anos aproximadamente 6 milhões de hectares de floresta.

As questões ambientais que envolvem este bioma ainda são pouco discutidas na comunidade científica. Considerando o histórico de desmatamento apresentado para a Caatinga, é indispensável o monitoramento constante das mudanças de uso e cobertura da terra neste bioma, a fim de definir estratégias eficazes a título de prevenção e combate ao desflorestamento.

Preocupações com perda de biodiversidade estimulam o gerenciamento de paisagem em variadas escalas espaciais e temporais (MCGARIGAL et al., 2012). Na ecologia, uma paisagem pode ser caracterizada por sua composição e configuração. A composição, diz respeito à qualidade e quantidade, sem espacializar os elementos que compõem a paisagem, e refere-se aos recursos associados à presença e variedade de cada tipo de mancha (*patch*) na paisagem (COUTO, 2004; CASIMIRO, 2009). A configuração refere-se à espacialização das manchas que compõem determinado ambiente em termos de distribuição, tamanho, isolamento, contágio e forma (MCGARIGAL; MARKS, 1995). Mancha ou *patch* é definida por Casimiro (2009) como uma superfície não linear que se difere em aparência de sua vizinhança.

A paisagem não é apenas objeto de estudo da Ecologia. Este conceito vai ao encontro da Geografia como categoria de análise e conceito chave. Como a palavra paisagem está presente em diversas abordagens, apresenta também uma heterogeneidade de epistemologias a respeito de sua designação, possuindo assim conotações diversas em função do contexto e da pessoa que a usa (METZGER, 2001).

Na década de 1930, os estudos de Carl Troll foram essenciais para a dualidade entre os conceitos de paisagem presentes na Geografia e Ecologia ser transformada em uma nova abordagem: o campo de estudo da Geoecologia ou Ecologia da Paisagem (SIQUEIRA; CASTRO; FARIA, 2013).

Nas diversas áreas de conhecimento que abordam este conceito, o ponto de partida para analisar a paisagem advém da compreensão das relações que se estabelecem no espaço resultantes das sucessivas interações entre os domínios humanos e naturais. Na Ecologia, a paisagem é analisada a partir de sua estrutura, apresentando gradientes de modificação e processos de transformações específicos (CASIMIRO, 2009).

Alterações ocorridas nos padrões da paisagem ligadas a ações antrópicas, como expansão de atividades agrícolas, urbanização, desmatamento, produção de energia, exercem influência sobre os

processos naturais de cobertura da terra. Tais questões envolvem preocupações de sustentabilidade, incluindo balanço entre atividades sociais, econômicas e ambientais.

As atividades humanas são as maiores responsáveis pelas mudanças de uso e cobertura da terra, resultando em um mosaico de paisagens com uma mistura de fragmentos naturais com antrópicos, os quais variam de tamanho, forma e arranjo. Compreender a influência humana sobre a paisagem, além das consequências diretas e indiretas dos padrões espaciais de uso e cobertura da terra sobre os processos ecológicos, é de fundamental importância para a gestão ambiental e para os estudos de modelagem da dinâmica de uso e cobertura da terra.

Entende-se aqui por estrutura da paisagem o arranjo espacial dos elementos/feições mensuráveis e observáveis que compõem a paisagem, caracterizando as condições, desenvolvimento e mudanças ao longo do tempo (LANG; BLASCHKE, 2009). Para avaliação da estrutura da paisagem, métodos baseados em dados multitemporais de sensoriamento remoto, processamento digital de imagens (PDI), aliados às técnicas de sistemas de informações geográficas (SIG), foram criados e designados como medidas de estrutura da paisagem ou métricas da paisagem (LANG; BLASCHKE, 2009).

Diante do diverso campo de exploração em que as métricas da paisagem podem estar envolvidas, nos últimos anos as principais análises se constituem em estudos voltados a mudanças de uso e cobertura da terra (UUEMAA; MANDER; MARJA, 2013). Por meio de estatísticas espaciais e análise topológica, é possível quantificar e analisar a estrutura da paisagem (CASIMIRO, 2009).

Neste contexto, o presente artigo pretende analisar a estrutura da paisagem do município de Morro do Chapéu-BA ao longo de uma série temporal de 35 anos, de 1985 a 2019. Para isso, foram utilizados índices que quantificam a dinâmica da estrutura da paisagem. Aqui, foi analisada sobretudo a perspectiva de composição (CA e PLAND), complementada por dois indicadores de subdivisão das classes (NP e LPI), e os valores anuais de diferentes classes de uso e cobertura da terra foram quantificados em área, porcentagem da paisagem composta pela mancha de maior área, número de manchas existentes na paisagem e a relação entre a área total de uma determinada classe de mancha e a área total da paisagem, em percentagem.

1.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a estrutura da paisagem do município de Morro do Chapéu, Bahia, ao longo da série temporal de 35 anos compreendida entre 1985 e 2019, a partir de métricas da paisagem calculadas sobre dados anuais de uso e cobertura da terra.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

a) quantificar, ano a ano, a área e a participação relativa de cada classe de uso e cobertura da terra no município;

b) caracterizar o grau de fragmentação de cada classe por meio do número de manchas e do índice da maior mancha;

c) identificar as trajetórias temporais de expansão e retração das classes e as relações de substituição entre elas;

d) relacionar as inflexões observadas nas séries a processos socioeconômicos documentados para o município e para a região;

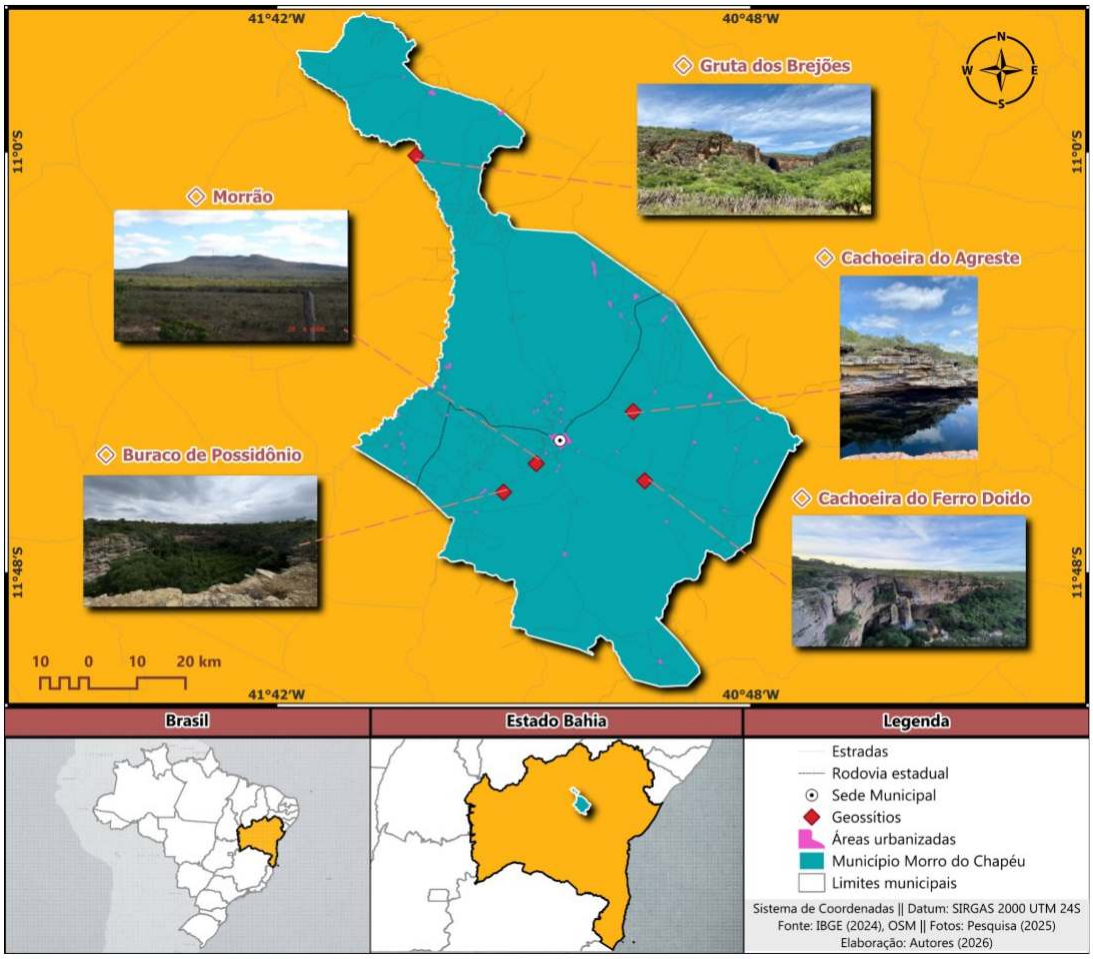
e) discutir as implicações dos padrões identificados para a conservação da biodiversidade e da geodiversidade locais.

O município que é tema deste estudo pertence ao Bioma Caatinga e apresenta diversidade na configuração da paisagem, que envolve vegetação complexa composta de caatinga, com enclaves de cerrados e campos rupestres gravemente ameaçados pela expansão de agricultura irrigada e construção de parques eólicos. Tais atividades têm ameaçado gravemente ambientes nativos, inclusive em áreas prioritárias para a conservação, como o Parque Estadual de Morro do Chapéu e a área inclusa à proposta de criação de geoparque devido a sua importância ambiental, ecológica e geológica.

2 ÁREA DE ESTUDO

O município de Morro do Chapéu está localizado a 384 km de Salvador, ao norte da Chapada Diamantina, com população estimada de 35.413 habitantes, abrangendo em seu território 5.744 km² (IBGE, 2019). Faz parte da Mesorregião do Centro Norte Baiano, da Microrregião Geográfica e Administrativa de Jacobina e da região econômica do Piemonte da Chapada Diamantina. A localização do município e a sua inserção no estado da Bahia são apresentadas na Figura 1.

Figura 1. Localização do município de Morro do Chapéu, Bahia, com os limites municipais, a sede, a malha viária, as áreas urbanizadas e uma seleção dos geossítios inventariados, e a respectiva posição no Brasil e no estado da Bahia.



Fonte: Elaborada pelos próprios autores, a partir de IBGE (2024) e OpenStreetMap (2025); sistema de coordenadas SIRGAS 2000 UTM 24S.

A história de Morro do Chapéu é atrelada a uma diversidade de ciclos econômicos que remota à criação de gado no século XVIII, garimpo de carbonado em meados de 1850, atividade cafeeira a partir de 1975 (SILVA, 2016) e, recentemente, atividades agrícolas relacionadas à fruticultura nobre, representada principalmente por uvas, morangos e tomates, além da produção de energia eólica a partir do ano 2018.

Ainda que este município faça parte de quatro importantes bacias hidrográficas (Rios Jacaré, Salitre, Utinga, Paraguaçu), há escassez de água superficial em grande parte do ano. O clima é caracterizado por chuvas irregulares e limitadas a um determinado período anual. O substrato rochoso, predominante da Formação Tombador e Morro do Chapéu, caracteriza-se por rochas quartzíticas, geralmente cristalinas, ou arenitos com estruturas maciças, que desencadeiam redução de infiltração de água da chuva devido à pouca porosidade ou permeabilidade da rocha (CPRM, 1995).

As razões citadas, justificam os totais quase que escassos de águas superficiais no município, onde o escoamento superficial ocorre sobre rochas pouco porosas e que influem na capacidade de armazenamento das águas das chuvas. Com isso, as águas não ficam retidas nos solos, e a maioria dos rios são intermitentes, com cursos d'água no leito apenas em períodos chuvosos. Caso as precipitações pluviométricas fossem bem distribuídas durante o ano e a relação ambiente-litologia fosse propícia, haveria maior disponibilidade hídrica superficial.

Dentre as diversas particularidades encontradas em Morro do Chapéu devido à litologia presente, à presença de um arenito circundante à infraestrutura urbana, torna-se um fator que impede o crescimento urbano local. O arenito cria dificuldade para a construção civil em vista do alto grau de resistência a perfurações, exigindo assim técnicas mais elaboradas para sua remoção ou detonação, devido à pouca formação de solo e irregularidade da superfície.

A composição florística do município, determinada pelo clima quente com estação seca, também se caracteriza pela composição e altimetria do relevo, alternado entre serras, tabuleiros, vales e morros de 400 m a 1.200 m de altitude. O cenário composto pelos tão variados tipos de vegetação atribui a Morro do Chapéu a designação de ecótono ou zona de tensão ecológica, termo derivado da biogeografia, que denota uma área em transição, a qual apresenta características próprias ou espécies endêmicas, sendo estas sensíveis a modificações ambientais (MILAN; MORO, 2016).

Morro do Chapéu é considerada área de grande prioridade para conservação da biodiversidade, devido à diversa composição de fauna, flora e geológica (NASCIMENTO; BRAVO, 2015). Em decorrência ao valor geológico encontrado no município, existe a proposta de criação Geopark Morro do Chapéu. Dentre outros aspectos, a proposta do Geopark baseia-se na presença de representativos geossítios de relevância e interesse regional, nacional e internacional, aspectos paisagísticos, espeleológicos, arqueológicos e históricos, que agregam valor ao local (ROCHA; PEDREIRA, 2012).

A vegetação deste município forma um grande jardim natural, composto por bromélias, orquídeas e cactáceas derivadas da presença de características inerentes à Caatinga, Cerrado e Floresta Estacional. O município faz parte das áreas prioritárias para a conservação da flora do Bioma Caatinga e da área de Rebordo da Chapada Diamantina, considerada de extrema importância biológica.

Apresenta tipo vegetativo único na Caatinga, representando algumas das áreas mais altas deste Bioma, onde forma ecótono com campos rupestres, matas estacionais e campos cerrados, transicionais de caatinga para mata seca e mata serrana. É uma zona de contato com o cerrado de altitude e com áreas úmidas temporárias. Recomenda-se proteção integral devido à alta riqueza de espécies raras, ameaçadas e endêmicas. Apresenta alto grau de fragilidade e vulnerabilidade devido à pressão da agricultura, mineração e pecuária ao longo dos anos (SILVA *et al.,* 2004).

Há elevada diversidade de táxons endêmicos de plantas, como *Apodanthera villosa* (Cucurbitaceae), *Euphorbia appariciana* (Euphorbiaceae), *Chamaecrista arboae, Mimosa mensicola, Mimosa morroensis (Leguminosae)* e *Prepusa montana* (Gentianaceae), além de vertebrados mamíferos, como o roedor Proechimys albispinus minor, lagartos e anuros, como Tropidurus erythrocephalus, e uma nova espécie do gênero *Gymnodactylus* (SILVA *et al.,* 2004). Tais características, justificam a necessidade de criação de unidades de conservação, como o Parque Estadual de Morro do Chapéu (PEMC), criado pelo Decreto Estadual n.º 7.413/1998 (BAHIA, 1998b).

A posição geográfica do PEMC lhe atribui características únicas, composta por complexa variedade ambiental, situada ao extremo norte do planalto sedimentar Chapada Diamantina, limítrofe com a depressão sertaneja de característica semiárida (SANTOS-PINTO *et al.,* 2018). O objetivo de criação desta UC é a conservação de vegetação nativa, nascentes e sítios arqueológicos em importantes formações geológicas na área de 46.000 ha, que apesar da importância geoambiental, ainda possui áreas ocupadas e com usos (LOBÃO; VALE, 2007).

Segundo o Decreto N° 7.413 de 17 de agosto de 1998, que cria o Parque Estadual de Morro do Chapéu e dá outras providências, os objetivos específicos de criação do parque são : a) manter animais silvestres em refúgios, assegurando a perpetuação das espécies; b) propiciar levantamento florístico e faunístico; c) fomentar a integração interinstitucional para execução de programas e projetos de cunho científico e educacional; d) criar na comunidade morrense uma consciência voltada à importância da preservação da flora e da fauna locais.

Além do PEMC, existem outras duas Unidades de Conservação no território do município, criadas com base nos decretos n° 32.487 de 13 de novembro de 1985 que declara de interesse para a Proteção Ambiental a área de terras que indica, situada na Municípios de Morro do Chapéu, São Gabriel e João Dourado e dá outras providências, sendo esta a Unidade de Uso Sustentável Gruta dos Brejões / Vereda do Romão Gramacho (BAHIA, 1985). E, decreto estadual n° 7.412 de agosto de 1998, que cria o Monumento Natural da Cachoeira do Ferro Doido, considerada Unidade de Proteção Integral (BAHIA, 1998a).

Em Morro do Chapéu, impactos ambientais provenientes da implantação e operação de parques eólicos também ganham destaque, diante da ameaça que essa atividade econômica oferece a biodiversidade e geodiversidade local. Foram identificados problemas de efeitos temporários, permanentes e acumulativos, agravados em caso de não existência de medidas controladoras de acesso e proteção. Neste caso, podemos citar: perda de patrimônio arqueológico e paisagístico, presença de ruído, poeira e fuligem, corte e aterro do relevo para ampliação e construção de rede viária, afugentamento de fauna, supressão da vegetação e perda de espécies de flora, surgimento de doenças

em função da chegada de prestadores de serviços, elevação de preços, degradação e deterioração de atrativos turísticos e sítios de arte rupestre (STAUT, 2011).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 BASE DE DADOS

Foram obtidos dados de uso e cobertura da terra para a área de estudo provenientes da coleção 5.0 do MAPBIOMAS. O MapBiomas é um projeto de mapeamento de uso e cobertura da terra dos biomas brasileiros, realizado desde o ano de 1985 até os dias atuais, com previsão de posterior atualização anual (SOUZA-JR, *et al.*, 2020). Este projeto oferece um ambiente online e gratuito de trabalho e disponibiliza as imagens de satélite e todo o processamento das imagens de forma rápida e eficiente em https://mapbiomas.org/.

O processamento ocorre na plataforma online de processamento em nuvem *Google Earth Engine* (GEE) (MAPBIOMAS, 2020), plataforma em escala planetária, utilizada para estudos com dados geoespaciais que oferece grande capacidade de processamento e alto grau de automatização, fazendo-se necessário apenas a disponibilidade de computadores com internet e conhecimento técnico suficiente de tecnologia da informação (TI) para processamento de dados de sensoriamento remoto (GORELICK *et al.,* 2017). O repositório de dados disponíveis no GEE contém informações publicamente disponíveis, o que inclui observações de variados sistemas sensores óticos e não óticos, dados meteorológicos, topográficos e socioeconômicos (GORELICK *et al.,* 2017).

Os produtos do MAPBIOMAS são oriundos de classificação pixel a pixel de imagens Landsat (5, 7 e 8), são exportados em formato matricial, com resolução espacial de 30 m (SOUZA-JR, *et al.*, 2020). O dados da Coleção 5.0 do projeto foram reclassificadas em seis categorias de uso e cobertura da terra, a saber: formação florestal; formação savânica; formação natural não florestal que corresponde as classes de formação campestre e afloramentos rochosos; agropecuária, a qual inclui agricultura, pastagem, mosaicos de agricultura e pastagem, lavoura temporária e perene; área não vegetada que corresponde a infraestrutura urbana , mineração e outras áreas não vegetadas não mapeadas em outras classes; e água. Detalhes a respeito das categorias adotadas neste estudo e a descrição da reclassificação, encontram-se no Quadro 1.

Quadro 1: Classes de uso e cobertura da terra utilizadas e reclassificadas.

Código Mapbiomas	Classe Original	Descrição	Natureza	Classe Final
1.1.1.	Formação Florestal	Tipos de vegetação com predomínio de dossel contínuo - Savana-Estépica Florestada, Floresta Estacional Semi-Decidual e Decidual.	Natural	Formação Florestal
1.1.2.	Formação Savânica	Tipos de vegetação com predomínio de espécies de dossel semi-contínuo - Savana-Estépica Arborizada, Savana Arborizada.	Natural	Formação Savânica
2.2.	Formação Campestre	Tipos de vegetação com predomínio de espécies herbáceas (Savana-Estépica Parque, Savana-Estépica Gramíneo-Lenhosa, Savana Parque, Savana Gramíneo-Lenhosa) + (Áreas inundáveis com uma rede de lagoas interligadas, localizadas ao longo dos cursos de água e em áreas de depressões que acumulam água, vegetação predominantemente herbácea a arbustiva).	Natural	Formação Natural Não Florestal
2.4.	Afloramento Rochoso	Rochas naturalmente expostas na superfície terrestre sem cobertura de solo, muitas vezes com presença parcial de vegetação rupícola e alta declividade	Natural	
3.1.	Pastagem	Área de pastagem, predominantemente plantadas, vinculadas a atividade agropecuária. As áreas de pastagem natural são predominantemente classificadas como formação campestre que podem ou não ser pastejadas.	Antrópico	Agropecuária
3.2.	Agricultura		Antrópico	
3.2.1.	Lavoura temporária	Áreas ocupadas com cultivos agrícolas de curta ou média duração, geralmente com ciclo vegetativo inferior a um ano, que após a colheita necessitam de novo plantio para produzir.	Antrópico	
3.2.1.1.	Soja	Áreas cultivadas com a cultura da soja (a partir do ano de 2000)	Antrópico	
3.2.1.2.	Cana	Áreas cultivadas com a cultura da cana-de-açúcar	Antrópico	
3.2.1.3.	Outras lavouras temporárias	Áreas ocupadas com cultivos agrícolas de curta ou média duração, geralmente com ciclo vegetativo inferior a um ano, que após a colheita necessitam de novo plantio para produzir. Os mapas anteriores ao ano de 2000 incluem lavouras de soja.	Antrópico	
3.2.2.	Lavoura Perene	Áreas ocupadas com cultivos agrícolas de ciclo vegetativo longo (mais de um ano), que permitem colheitas sucessivas, sem necessidade de novo plantio. Essa primeira versão é proveniente de um esforço inicial para separar as classes com tipos de lavouras, com dinâmicas distintas, que estavam unificadas na coleção 4.1 como "Cultura Anual e Perene". Desta forma, a área inicial do mapeamento dessa classe limita-se a mesma área da classe "Agricultura" publicada na coleção 4.1.	Antrópico	
3.3.	Mosaico de agricultura e pastagem	Áreas de uso agropecuário nas quais não foi possível distinguir entre pastagem e agricultura.	Antrópico	
4.2.	Infraestrutura Urbana	Áreas urbanizadas com predomínio de superfícies não vegetadas, incluindo estradas, vias e construções.	Antrópico	Área Não Vegetada
4.3.	Mineração	Áreas referentes a extração mineral de grande porte, havendo clara exposição do solo por ação	Antrópico	

		de maquinário pesado. Somente são consideradas áreas próximas a referência da digital da AhkBrasilien (AHK) e do CPRM.		
4.4.	Outras áreas não vegetadas	Áreas de superfícies não permeáveis (infraestrutura, expansão urbana ou mineração) não mapeadas em suas classes}	Antrópico e Natural	
5.1.	Rio, Lago e Oceano	Rios, lagos, represas, reservatórios e outros corpos d'água.	Natural	Água

Fonte: Adaptado do Projeto MapBiomas (Coleção 5.0).

3.2 DESCRITORES DA ESTRUTURA DA PAISAGEM

A quantificação das mudanças dos padrões espaciais de uso e cobertura da terra ao longo da série temporal analisada, foi realizada a partir da comparação, ano a ano, das diferentes classes por meio de métricas da estrutura da paisagem no *software Fragstats*. Utilizaram-se métricas no nível de classe para área: Área da Classe ou *Class Area* (CA), Maior Índice de Mancha ou Largest Patch Index (LPI) e Porcentagem da paisagem ou *Percentage of Landscape* – (PLAND), e para agregação: Número de Manchas ou *Number of Patches* (NP) (MCGARIGAL *et al.,* 2012). As séries anuais completas das quatro métricas, para as seis classes analisadas, são apresentadas nas Tabelas 1 (CA), 2 (NP), 3 (LPI) e 4 (PLAND), e sua representação gráfica consta nas Figuras 2 a 7, organizadas por classe de uso e cobertura da terra.

A área da classe (CA) é dada em hectares, e sua verificação é limitada ao tamanho e resolução da imagem analisada. O Número de Manchas (NP) não possui uma unidade de medida específica. Quando a paisagem apresenta NP igual a 1, significa apenas uma mancha daquela classe na paisagem, e à medida que esse valor aumenta, também cresce o número de manchas na paisagem, indicando pouca ou muita fragmentação. O *patch* também pode ser analisado a partir do Maior Índice de Mancha ou *Patch* (LPI), que identificará o percentual resultante do tamanho da maior mancha na paisagem. O (LPI) é dado em porcentagem e varia de 0 a 100. Quando o LPI se aproxima de 0, a maior mancha de cada classe correspondente torna-se cada vez menor, e quando o LPI é igual a 100, toda a paisagem é formada por uma única mancha de uma classe correspondente. A porcentagem da paisagem (PLAND) é dada em percentagem, variando de 0 a 100. Quanto mais próximo de zero, mais rara é a classe na paisagem, e quando o PLAND é igual a 100, toda a paisagem consiste em um único tipo de classe (MCGARIGAL, 2015).

O Quadro 2 apresenta a definição e descrição matemática de cada métrica utilizada.

Quadro 2: Definição e descrição das métricas utilizadas no FRAGSTATS.

Métrica	Definição	Unidade	Intervalos	Descrição	Equação
CA	Área da Classe ou *Class Area*	Hectares (ha)	CA>0, ilimitado	CA é a soma das áreas (m²) de todas as manchas do tipo de mancha correspondente, dividido por 10.000 (para converter em hectares); isto é, área total da classe.	$CA = \sum_{j=1}^{n} a_{ij}\left(\frac{1}{10{,}000}\right)$
NP	Número de Manchas ou *Number of Patches*	Nenhum	NP≥1, ilimitado	NP é igual ao número de manchas (*patches*) por classe.	$NP = n_i$
LPI	Maior Índice de Mancha ou Largest Patch Index	Porcentagem (%)	0 < LPI ≤100	LPI é igual à área (m²) da maior mancha do tipo de mancha correspondente dividida pela área total da paisagem (m²), multiplicada por 100 (para converter em porcentagem); em outras palavras, LPI é igual à porcentagem da paisagem composta pela maior mancha.	$LPI = \frac{\max_{j=1}^{n}(a_{ij})}{A}(100)$
%LAND	Porcentagem da paisagem ou *Percentage of Landscape*	Porcentagem	0<%LAND≤100	% LAND é igual à soma das áreas (m²) de todas as manchas do tipo de mancha correspondente, dividida pela área total da paisagem (m²), multiplicada por 100 (para converter em porcentagem); em outras palavras,% LAND é igual à porcentagem da paisagem composta pelo tipo de mancha correspondente.	$\%LAND = P_i = \frac{\sum_{j=1}^{n} a_{ij}}{A}(100)$

a_{ij} = área (m²) do *patch ij*
j = 1, ..., n patches
n_i = número de manchas (*patches*) na paisagem do tipo de *patch* (classe) i
A = área total da paisagem (m²)
P_i = proporção da paisagem ocupada por tipo de *patch* (classe) i

Fonte: Adaptado de McGarigal (2015).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi possível perceber a Formação Savânica como a Matriz da paisagem, devido a sua maior abrangência. Para Casimiro (2009), a matriz é definida pelo elemento mais extenso e mais conectado da paisagem, o qual desempenha um papel dominante. Embora sejam verificadas inúmeras flutuações na área desta classe, percebe-se estabilidade relativamente constante entre os anos 2000 e 2012 com variação entre 298.000 ha e 305.000 ha anual, isso significa uma média 52.3% de PLAND com

alteração de 1% para mais ou para menos neste período. As trajetórias das quatro métricas para essa classe são apresentadas na Figura 2 e os valores anuais correspondentes constam nas Tabelas 1 a 4.

Tabela 1 - Área de cada classe (CA), em hectares por classe de uso e cobertura da terra, município de Morro do Chapéu, Bahia, 1985-2019.

	Formação Savânica	Agropecuária	Formação Florestal	Formação Natural Não Florestal	Áreas Não Vegetadas	Água
1985	330959.2	129844.8	78035.49	32396.22	4259.79	250.47
1986	333384.1	130392.5	78259.86	29348.64	4193.37	167.4
1987	328804.9	133882.7	81196.83	29514.69	2261.43	85.59
1988	324930.7	141420.9	78081.93	28780.65	2404.08	127.89
1989	327883.1	141159.7	76164.39	28513.62	1947.06	78.21
1990	324897.9	142896.4	74704.68	30423.51	2717.28	106.11
1991	320654.1	148994.1	73872.99	28336.14	3823.56	64.89
1992	326360.8	139197.2	76645.8	29196.54	4269.06	76.5
1993	326650.6	137719.8	75390.84	33031.71	2902.68	50.13
1994	316964.3	147998.5	74218.77	33603.12	2911.86	49.59
1995	308825.9	154290.4	73322.73	35722.44	3506.76	77.76
1996	304242.5	165302.5	71481.33	32096.16	2461.86	161.64
1997	308180.7	161229.9	72338.13	31567.77	2175.21	254.25
1998	313675.8	153342.3	72435.96	33905.88	2270.79	115.29
1999	314677.4	154747.6	73267.92	30058.56	2851.11	143.46
2000	305464.1	157828.9	71333.82	34920.09	6076.98	122.13
2001	304004.7	154532.3	70657.74	39369.33	7054.92	126.81
2002	299734.7	159562.9	70551.9	38516.94	7239.15	140.22
2003	298448.6	165810.4	70934.31	34630.29	5836.32	85.95
2004	301123.9	163627.3	70426.62	34071.48	6386.94	109.62
2005	300477.4	164064.5	70271.28	34003.26	6851.97	77.4
2006	302235.1	167885.6	70263.36	29157.03	6136.83	67.95
2007	304213	164515.3	70897.32	30492.72	5524.11	103.41
2008	301528.6	164253.9	72181.62	32412.33	5257.17	112.5
2009	299624.9	171228.8	70614.09	30031.38	4211.91	35.01
2010	301289	171149.9	70016.85	29081.34	4148.64	60.39
2011	301348.5	171427.2	70701.03	27688.95	4537.98	42.39
2012	301556.2	163985	71052.84	35795.07	3343.23	13.86
2013	308657.6	156446.8	70596.45	38124	1895.67	25.56
2014	308358.3	153880.7	71295.57	39185.91	2969.91	55.8
2015	306662.4	152406	71723.07	41054.94	3823.29	76.41
2016	304296.5	152994.1	72092.43	41718.6	4555.44	88.65
2017	300991.1	158296	71724.78	40534.38	4146.3	53.55
2018	304119.7	157305.1	72341.01	37885.59	4021.92	72.81
2019	309699.2	159004.4	72208.35	31759.02	3052.53	22.59

Fonte: Elaborada pelos próprios autores, a partir da Coleção 5.0 do Projeto MapBiomas, com processamento no FRAGSTATS.

Tabela 2 - Número de manchas de cada classe (NP) por classe de uso e cobertura da terra, município de Morro do Chapéu, Bahia, 1985-2019.

	Formação Savânica	Agropecuária	Formação Florestal	Formação Natural Não Florestal	Áreas Não Vegetadas	Água
1985	7061	8453	4150	8773	1580	207
1986	6927	8391	4273	7907	1576	132
1987	7171	7794	5209	7700	955	36
1988	7139	7849	4323	7093	847	77
1989	6853	7767	4042	7235	676	51
1990	7006	7993	3677	7731	1218	73
1991	7203	7702	3473	6343	1448	39
1992	7003	8100	4475	7449	1459	48
1993	6502	7341	3839	9451	1055	26
1994	6964	7269	3738	9416	1138	32
1995	7488	7258	3928	9495	1317	75
1996	7672	6993	3314	9693	977	140
1997	7782	7390	3771	9276	898	195
1998	7142	7425	3613	9757	952	90
1999	7042	7314	4013	9131	1277	101
2000	7296	7833	3210	8592	2144	77
2001	7097	7547	2903	8490	1870	60
2002	7226	7439	2969	8622	2165	76
2003	7146	7345	3163	9142	1638	70
2004	6878	7252	2981	9482	1673	61
2005	6730	7277	2948	9208	1810	42
2006	6796	7552	3000	7304	1524	32
2007	7035	7299	3119	7775	1421	46
2008	7269	6978	3662	9311	1454	71
2009	7418	6987	3086	8985	1354	24
2010	7412	7278	2935	7749	1345	41
2011	7359	7094	3250	8302	1483	15
2012	7573	6997	3428	9409	1250	15
2013	7211	6910	3141	8991	829	18
2014	7281	7258	3434	9254	1173	37
2015	7229	7491	3500	8955	1401	50
2016	7310	7257	3803	9117	1599	49
2017	7444	7117	3589	8977	1440	27
2018	7304	7141	3775	9239	1488	68
2019	7461	7021	3644	7839	1174	32

Fonte: Elaborada pelos próprios autores, a partir da Coleção 5.0 do Projeto MapBiomas, com processamento no FRAGSTATS.

Tabela 3 - Percentagem da paisagem ocupada pela maior mancha da classe (LPI) por classe de uso e cobertura da terra, município de Morro do Chapéu, Bahia, 1985-2019.

	Formação Savânica	Agropecuária	Formação Florestal	Formação Natural Não Florestal	Áreas Não Vegetadas	Água
1985	48.4472	3.1039	6.2182	0.3003	0.0145	0.0045
1986	43.7071	3.3691	6.2212	0.3071	0.0165	0.0044
1987	44.0326	3.3737	6.092	0.3243	0.0146	0.007
1988	48.001	3.4813	5.9632	0.4233	0.0228	0.0075
1989	49.0119	3.667	5.9405	0.8722	0.022	0.0015
1990	41.9005	3.737	5.9248	0.4459	0.023	0.0017
1991	42.1648	3.81	5.9311	0.9136	0.0433	0.0036
1992	43.4373	3.9111	5.9834	0.5217	0.0425	0.0032
1993	45.6891	3.9626	5.9547	0.4191	0.0398	0.0018
1994	43.0763	3.9968	6.5102	0.614	0.0316	0.0016
1995	39.5036	4.0873	6.1329	0.6135	0.0253	0.0016
1996	40.6592	4.395	5.869	0.4454	0.0303	0.0017
1997	39.955	4.6267	5.8602	0.3983	0.0239	0.0019
1998	42.4141	4.4967	5.8459	0.427	0.0293	0.002
1999	43.3787	4.2947	5.8433	0.5817	0.0251	0.0251
2000	41.6976	4.4117	5.8208	0.5942	0.0352	0.0034
2001	41.0383	4.4894	5.8042	1.2903	0.1331	0.0038
2002	40.3364	4.536	5.7975	1.4219	0.1283	0.0031
2003	39.0272	4.8592	5.7957	0.6424	0.0418	0.0017
2004	40.2078	4.6435	5.7974	0.5307	0.0518	0.0018
2005	39.6416	4.4075	5.8011	0.5692	0.0997	0.0024
2006	40.6359	4.5066	5.7939	0.5829	0.0486	0.0032
2007	40.0313	4.4548	5.8354	0.5157	0.0405	0.0039
2008	39.6707	4.4851	6.0204	0.5138	0.0401	0.0031
2009	38.9119	4.7263	5.8213	0.5033	0.0402	0.002
2010	41.0163	4.9335	5.7832	0.5056	0.0402	0.0024
2011	40.7171	4.7025	5.8101	0.5363	0.044	0.0019
2012	40.5411	4.4962	5.9485	0.5847	0.0448	0.0003
2013	41.4566	4.5198	5.942	0.5978	0.0486	0.0009
2014	42.6612	4.5454	5.7913	0.5615	0.0502	0.0023
2015	42.494	4.5758	5.8501	0.5667	0.053	0.0026
2016	41.2847	4.7065	5.8545	0.5116	0.054	0.0035
2017	41.4275	4.9257	5.8117	0.5017	0.0556	0.0032
2018	41.293	4.9309	5.8263	0.3533	0.0556	0.0017
2019	42.0513	4.9386	5.8194	0.2838	0.0554	0.0005

Fonte: Elaborada pelos próprios autores, a partir da Coleção 5.0 do Projeto MapBiomas, com processamento no FRAGSTATS.

Tabela 4 - Percentagem da paisagem correspondente a cada classe (PLAND) por classe de uso e cobertura da terra, município de Morro do Chapéu, Bahia, 1985-2019.

	Formação Savânica	Agropecuária	Formação Florestal	Formação Natural Não Florestal	Áreas Não Vegetadas	Água
1985	57.4835	22.5524	13.5538	5.6268	0.7399	0.0435
1986	57.9047	22.6476	13.5928	5.0975	0.7283	0.0291
1987	57.1094	23.2538	14.1029	5.1263	0.3928	0.0149
1988	56.4365	24.5631	13.5619	4.9988	0.4176	0.0222
1989	56.9493	24.5177	13.2288	4.9525	0.3382	0.0136
1990	56.4308	24.8194	12.9753	5.2842	0.472	0.0184
1991	55.6937	25.8785	12.8308	4.9216	0.6641	0.0113
1992	56.6849	24.1768	13.3124	5.0711	0.7415	0.0133
1993	56.7352	23.9202	13.0945	5.7372	0.5042	0.0087
1994	55.0528	25.7055	12.8909	5.8364	0.5058	0.0086
1995	53.6393	26.7983	12.7353	6.2045	0.6091	0.0135
1996	52.8432	28.711	12.4154	5.5747	0.4276	0.0281
1997	53.5272	28.0036	12.5642	5.4829	0.3778	0.0442
1998	54.4816	26.6337	12.5812	5.889	0.3944	0.02
1999	54.6556	26.8778	12.7257	5.2208	0.4952	0.0249
2000	53.0554	27.4129	12.3898	6.0652	1.0555	0.0212
2001	52.8019	26.8404	12.2724	6.838	1.2254	0.022
2002	52.0603	27.7141	12.254	6.6899	1.2574	0.0244
2003	51.8369	28.7992	12.3204	6.0149	1.0137	0.0149
2004	52.3015	28.4201	12.2322	5.9178	1.1093	0.019
2005	52.1892	28.496	12.2053	5.9059	1.1901	0.0134
2006	52.4945	29.1597	12.2039	5.0642	1.0659	0.0118
2007	52.8381	28.5743	12.314	5.2962	0.9595	0.018
2008	52.3718	28.5289	12.5371	5.6296	0.9131	0.0195
2009	52.0412	29.7403	12.2648	5.2161	0.7316	0.0061
2010	52.3302	29.7266	12.1611	5.0511	0.7206	0.0105
2011	52.3405	29.7748	12.2799	4.8092	0.7882	0.0074
2012	52.3766	28.4822	12.341	6.2172	0.5807	0.0024
2013	53.61	27.1729	12.2617	6.6217	0.3293	0.0044
2014	53.558	26.7272	12.3832	6.8061	0.5158	0.0097
2015	53.2635	26.471	12.4574	7.1307	0.6641	0.0133
2016	52.8526	26.5732	12.5216	7.246	0.7912	0.0154
2017	52.2784	27.4941	12.4577	7.0403	0.7202	0.0093
2018	52.8218	27.3219	12.5647	6.5803	0.6986	0.0126
2019	53.7909	27.6171	12.5417	5.5162	0.5302	0.0039

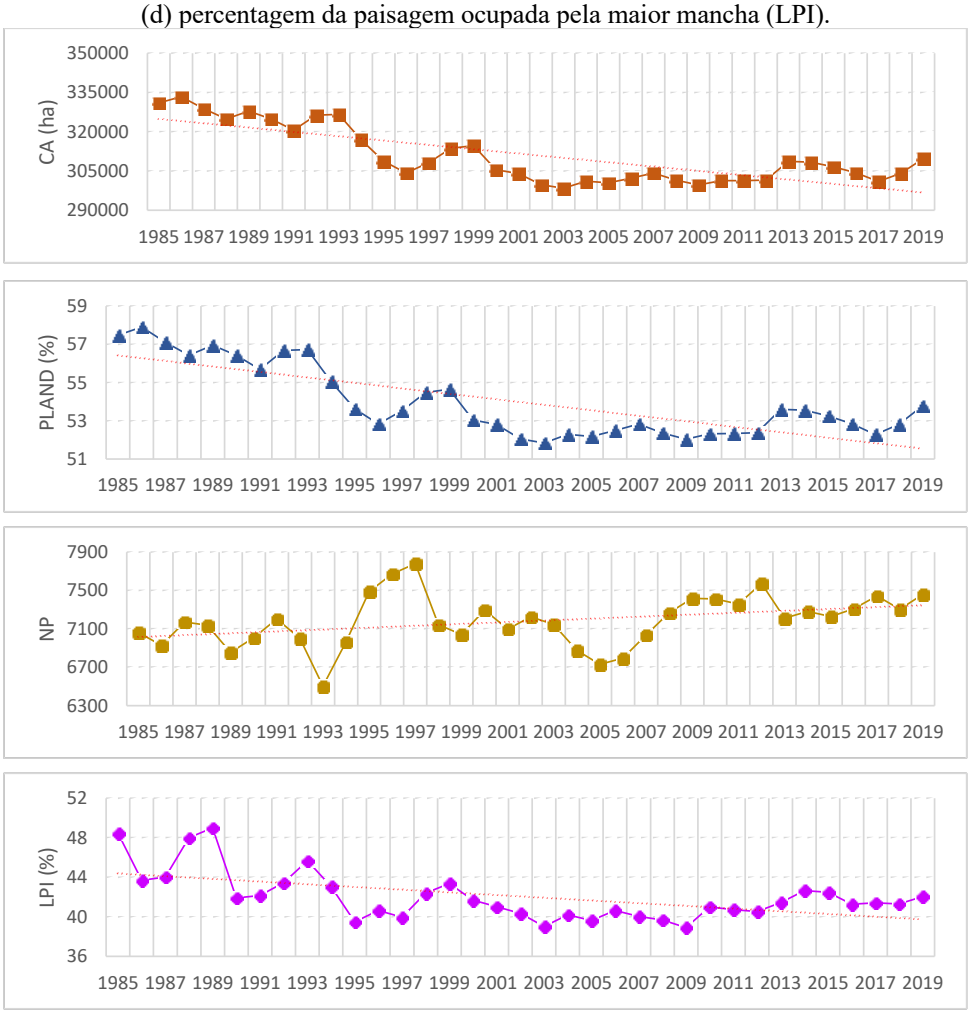
Fonte: Elaborada pelos próprios autores, a partir da Coleção 5.0 do Projeto MapBiomas, com processamento no FRAGSTATS.

As métricas indicam bastante flutuação para Savana com o passar do tempo, com tendência a redução, exceto para o caso de NP. Ao longo da série temporal analisada, notou-se redução de 21.260 ha de savana, ou seja, contração de 3,7 pontos percentuais no PLAND (redução relativa de 6,4% da

área da classe) ao passar-se 35 anos. Quando subiu a área de savana a partir de 2017 observou-se comportamento inverso em Formações naturais não florestais e áreas não vegetadas. Se a paisagem é composta em sua maior área (matriz) por savana, provavelmente as maiores conversões aconteceram desta para outras classes.

Em termos de número de fragmentos, a classe savana apresentou elevada flutuação, com moderada tendência ao crescimento de NP. O ano 1993 foi o menos fragmentado, por possuir o menor NP com 6.502 fragmentos, neste mesmo ano o LPI correspondeu a 45,7% da paisagem, sendo o quarto maior LPI registrado ao longo dos 35 anos analisados. De 2000 a 2012, em comparação ao CA e PLAND, a variação de NP e LPI também não apresentou muito significado, o NP ficou em torno de 6.730 a 7.573 e o LPI variou de 38,9% a 41,7% da paisagem. Os padrões dessas métricas ao longo da série são apresentados na Figura 2.

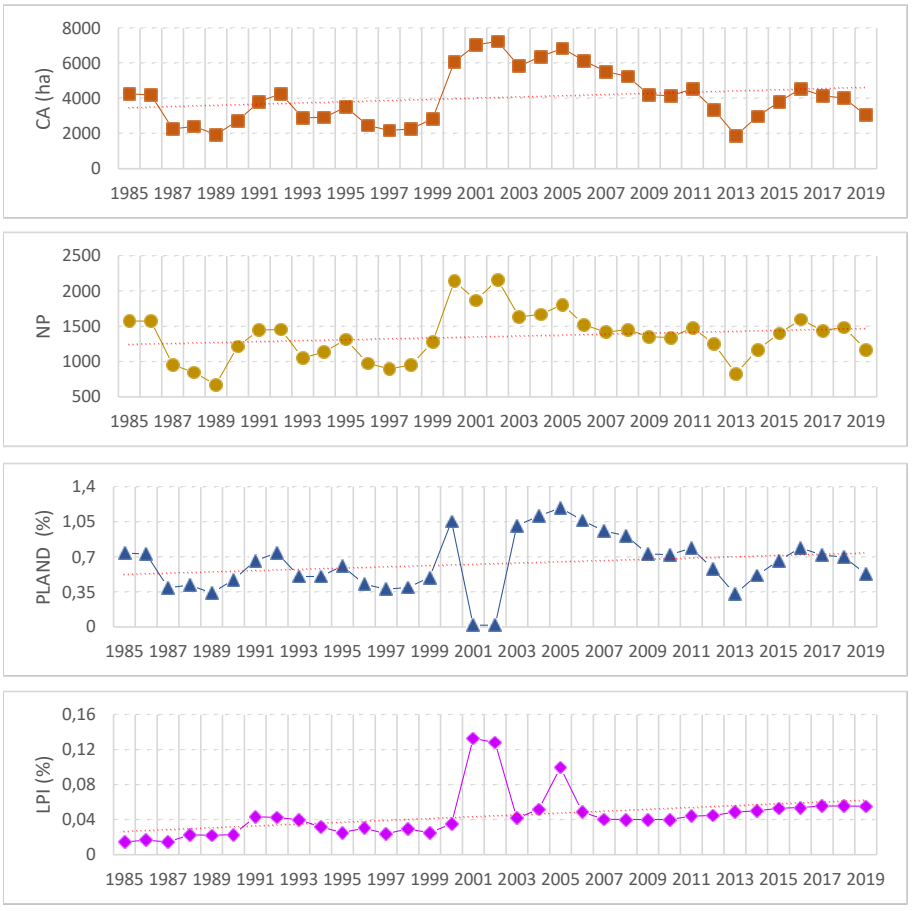
Figura 2. Métricas da estrutura da paisagem para a categoria Formação Savânica, no município de Morro do Chapéu, Bahia, entre 1985 e 2019: (a) área da classe (CA); (b) percentagem da paisagem (PLAND); (c) número de manchas (NP); (d) percentagem da paisagem ocupada pela maior mancha (LPI).



Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

Nota-se inversão de savana também com áreas não vegetadas, isso fica visível no ano 1999 para 2000 quando ocorreu grande elevação do PLAND em não vegetadas e reduziu em formação savânica. Parte dessas inversões pode refletir confusão espectral entre formação savânica aberta, afloramentos rochosos e solo exposto, sobretudo em anos secos, e não necessariamente conversão efetiva entre as classes. Este fator também pode ser observado em 1997, que é o ano em que não vegetadas apresenta-se pouco fragmentada e savana apresenta a maior fragmentação ao longo da série analisada. As trajetórias da classe áreas não vegetadas constam na Figura 3 e as das formações naturais não florestais, na Figura 5.

Figura 3. Métricas da estrutura da paisagem para a categoria Áreas não vegetadas, no município de Morro do Chapéu, Bahia, entre 1985 e 2019: (a) área da classe (CA); (b) número de manchas (NP); (c) percentagem da paisagem (PLAND); (d) percentagem da paisagem ocupada pela maior mancha (LPI).



Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

Os estudos realizados para a Caatinga, tem indicado o quanto se perde de cobertura vegetal neste bioma, em função de usos antrópicos (BEUCHLE et al., 2015; KIILL; PORTO, 2019). Kiill e Porto (2019) tratam da pressão da exploração de bens naturais na Caatinga, principalmente no que diz

respeito ao consumo de lenha de forma ilegal e não sustentável e conversões de áreas vegetadas em agricultura e pastagem.

Acompanhando a tendência de estudos realizados para o Bioma Caatinga, no município de Morro do Chapéu, nota-se bastante crescimento de áreas de agropecuária ao longo dos últimos 35 anos. A agropecuária foi a classe que apresentou crescimento constante em termos de área, com algumas flutuações ao longo do tempo. Este crescimento manteve-se constante, principalmente entre os anos 1998 a 2011, quando apresentou flutuações pouco representativas, sendo os três últimos anos os que apresentavam maior ocupação de agropecuária na paisagem, período que coincide com a fase de maior estímulo do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) à produção de mamona pela agricultura familiar no semiárido, estímulo que declinou a partir de então, embora o programa permaneça vigente (MADUREIRA; GUERRA, 2014). O comportamento das quatro métricas para essa classe é apresentado na Figura 4.

O PNPB foi um programa de incentivo do governo federal que objetivou a produção de combustíveis mais ecológicos em relação aos derivados de petróleo para o abastecimento nacional, neste caso, o biodiesel (MADUREIRA; GUERRA, 2014). O papel de Morro do Chapéu neste cenário se deu pelo fato de o município fazer parte da maior região produtora de mamona do país naquela época (MORENDE; RAIMUNDO, 2016).

A mamoneira é uma espécie originária da África oriental, cultivada em regiões de clima tropical e subtropical, dessa forma, adapta-se bem às regiões semiáridas do nordeste brasileiro (FREITAS; FREDO, 2005), especialmente em ambientes com altitudes entre 300 m e 1.500 m e precipitação pluviométrica de 450 mm a 1.000 mm anuais (BELTRÃO; SILVA; MELO, 2002). Diante disso, Morro do Chapéu possui condições ambientais adequadas para o cultivo dessa oleaginosa.

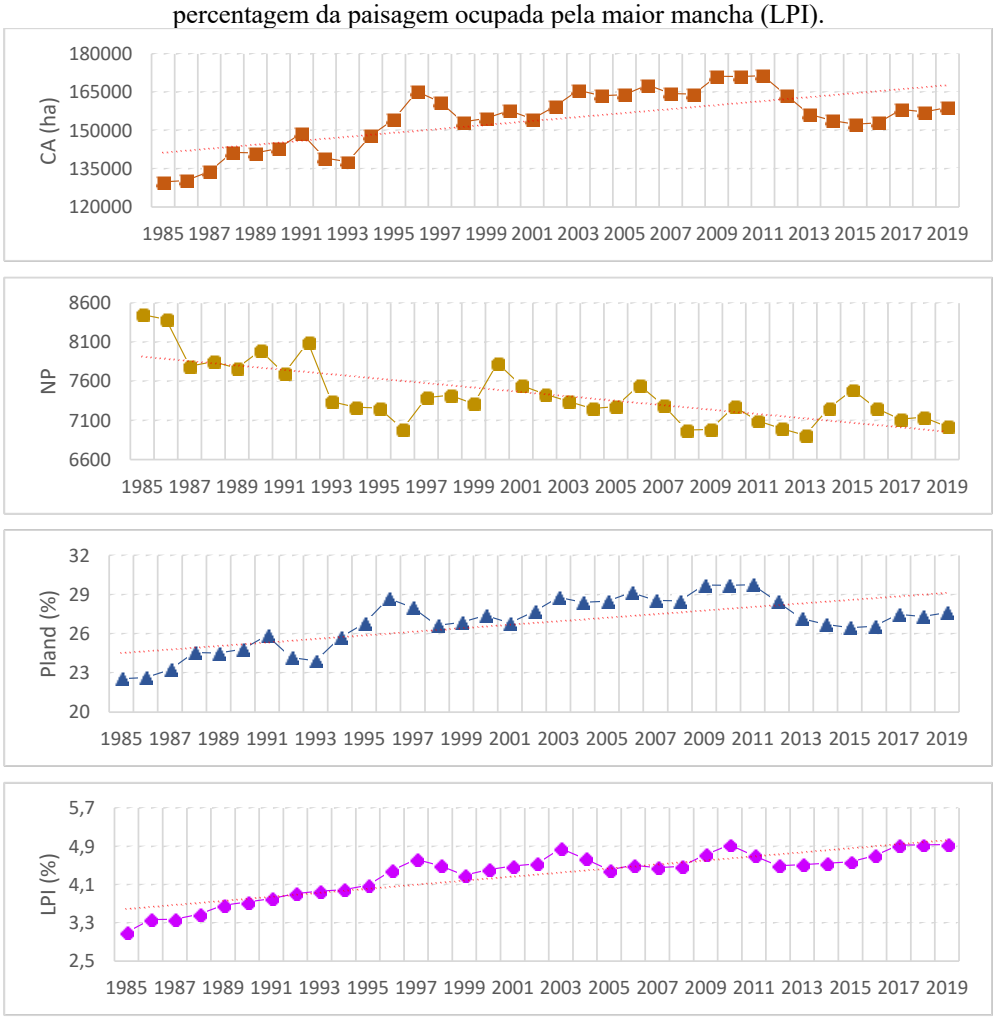
O número de fragmentos de agropecuária apresentou variações ao longo do tempo, com tendência a redução, por outro lado no LPI houve um crescimento muito próximo ao linear. Quando isso ocorre, sugere que a maior mancha cresceu e absorveu pequenos fragmentos que estavam isolados ao seu redor, diminuindo assim a fragmentação e aumentando o tamanho da maior mancha.

Em 1996, houve um pico demasiadamente elevado de agropecuária, em consequência ao crescimento em área, houve baixa fragmentação e o tamanho do maior fragmento houve crescimento no ano seguinte (1997). Quando as áreas ocupadas por agropecuária foram menores que no ano 1996, o NP apresentou-se em maiores quantidades. A partir disso, percebe-se novas áreas de agropecuária com o passar do tempo.

Além da redução de NP, houve crescimento no LPI de agropecuária com pequenas flutuações, ao passo que coberturas naturais, como a formação savânica e a formação florestal, tiveram reduções

na proporção de seu maior fragmento (LPI). Os padrões dessas métricas ao longo da série são apresentados na Figura 4.

Figura 4. Métricas da estrutura da paisagem para a categoria Agropecuária, no município de Morro do Chapéu, Bahia, entre 1985 e 2019: (a) área da classe (CA); (b) número de manchas (NP); (c) percentagem da paisagem (PLAND); (d) percentagem da paisagem ocupada pela maior mancha (LPI).

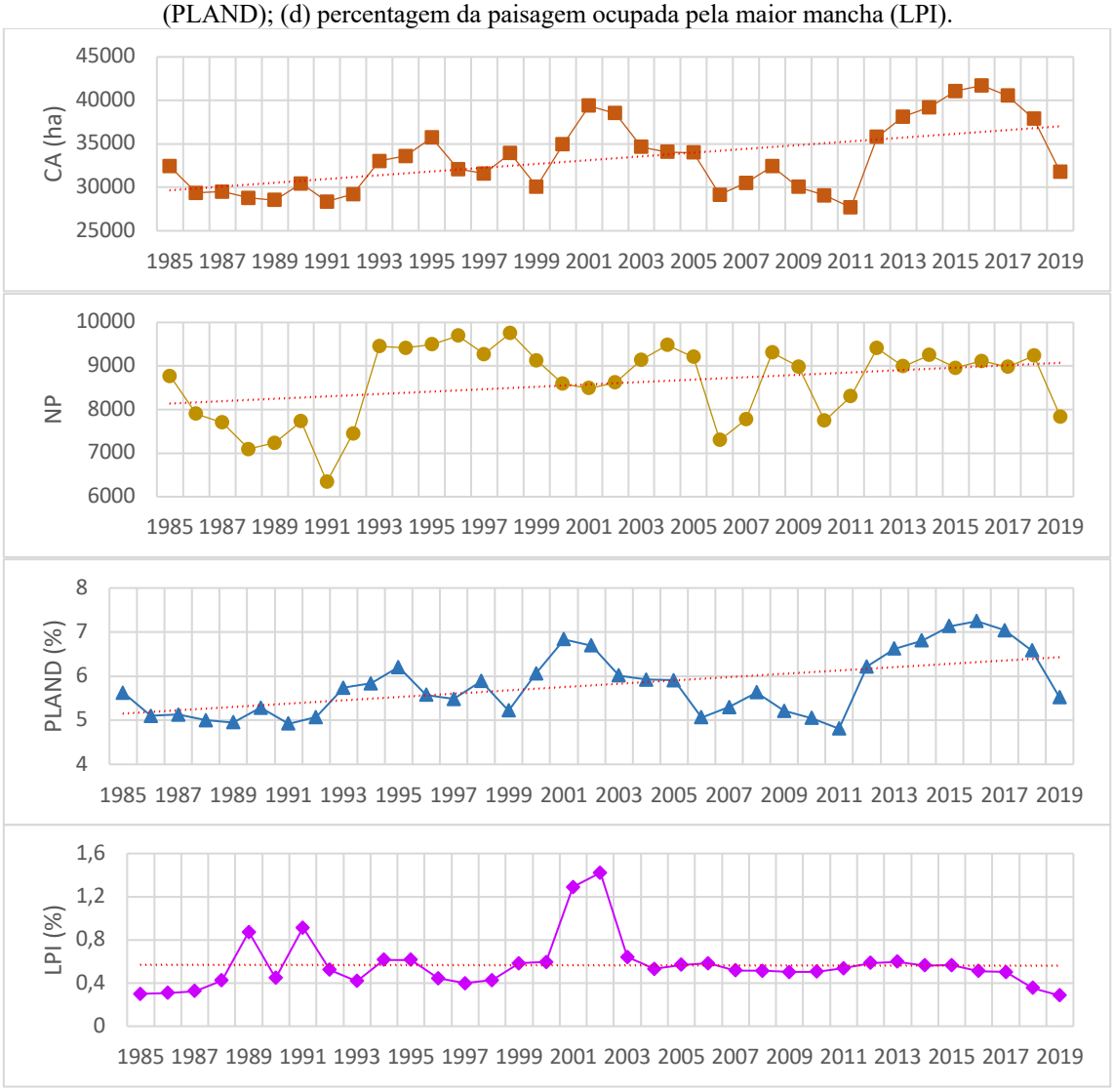


Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

Segundo Cabacinha, Castro e Gonçalves (2010), menores índices de NP indicam maior conectividade entre as manchas de uma determinada classe, e o contrário corresponde a maior fragmentação. Para Fernandes *et al.,* (2017) se há crescimento de CA e PLAND e ocorre o inverso com NP, significa que houve união de fragmentos. Isso indica que em Morro do Chapéu a agropecuária, com o passar do tempo, vem adquirindo uma configuração de fragmentos mais conectados e extensos, enquanto a savana reduz sua área e aumenta seu número de manchas, e a floresta reduz sua área com diminuição também do número de manchas, o que sugere perda de pequenos fragmentos. Comportamento semelhante a este foi observado em Sergipe (FERNANDES et al., 2017).

A partir de 2012 observa-se crescimento acentuado de formações naturais não florestais e redução de agropecuária, neste período ocorreu o declínio da participação da mamona e da agricultura familiar do semiárido no PNPB, bem como a seca prolongada de 2012 a 2017 no Nordeste (MARENGO; TORRES; ALVES, 2017), que pode ter reduzido a atividade agropecuária e alterado a resposta espectral da vegetação. Além do crescimento de formações naturais, o mesmo movimento também foi observado em savana e floresta. A partir de 2017, quando agropecuária voltou a ascender percebe-se mais uma vez redução em área de formações naturais não florestais, no entanto isso não foi observado em savana e floresta. Os padrões dessas métricas ao longo da série são apresentados na Figura 5.

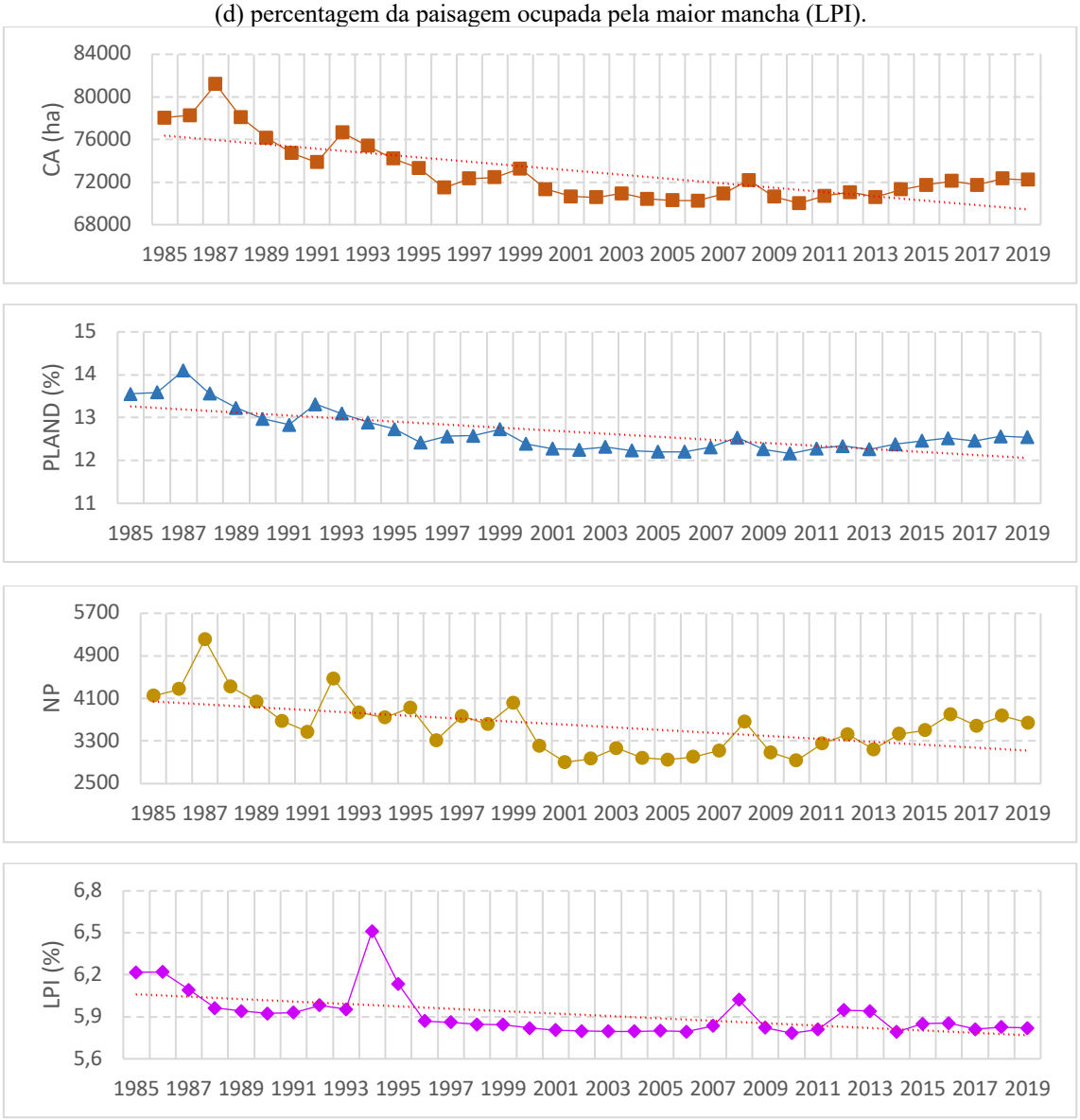
Figura 5. Métricas da estrutura da paisagem para a categoria Formação Natural Não Florestal, no município de Morro do Chapéu, Bahia, entre 1985 e 2019: (a) área da classe (CA); (b) número de manchas (NP); (c) percentagem da paisagem (PLAND); (d) percentagem da paisagem ocupada pela maior mancha (LPI).



Fonte: Elaborada pelos próprios autores, a partir da Coleção 5.0 do Projeto MapBiomas, com processamento no FRAGSTATS.

Nota-se pequena flutuação entre os anos 2016 a 2019 entre PLAND e NP de floresta, este movimento indica que novas áreas de floresta estão surgindo independente de outras áreas já existentes, como o LPI neste período não apresenta variações, significa que essa áreas não foram acrescidas a matriz dessa classe, o que significa o surgimento de novos fragmentos. As séries completas dessa classe constam na Figura 6.

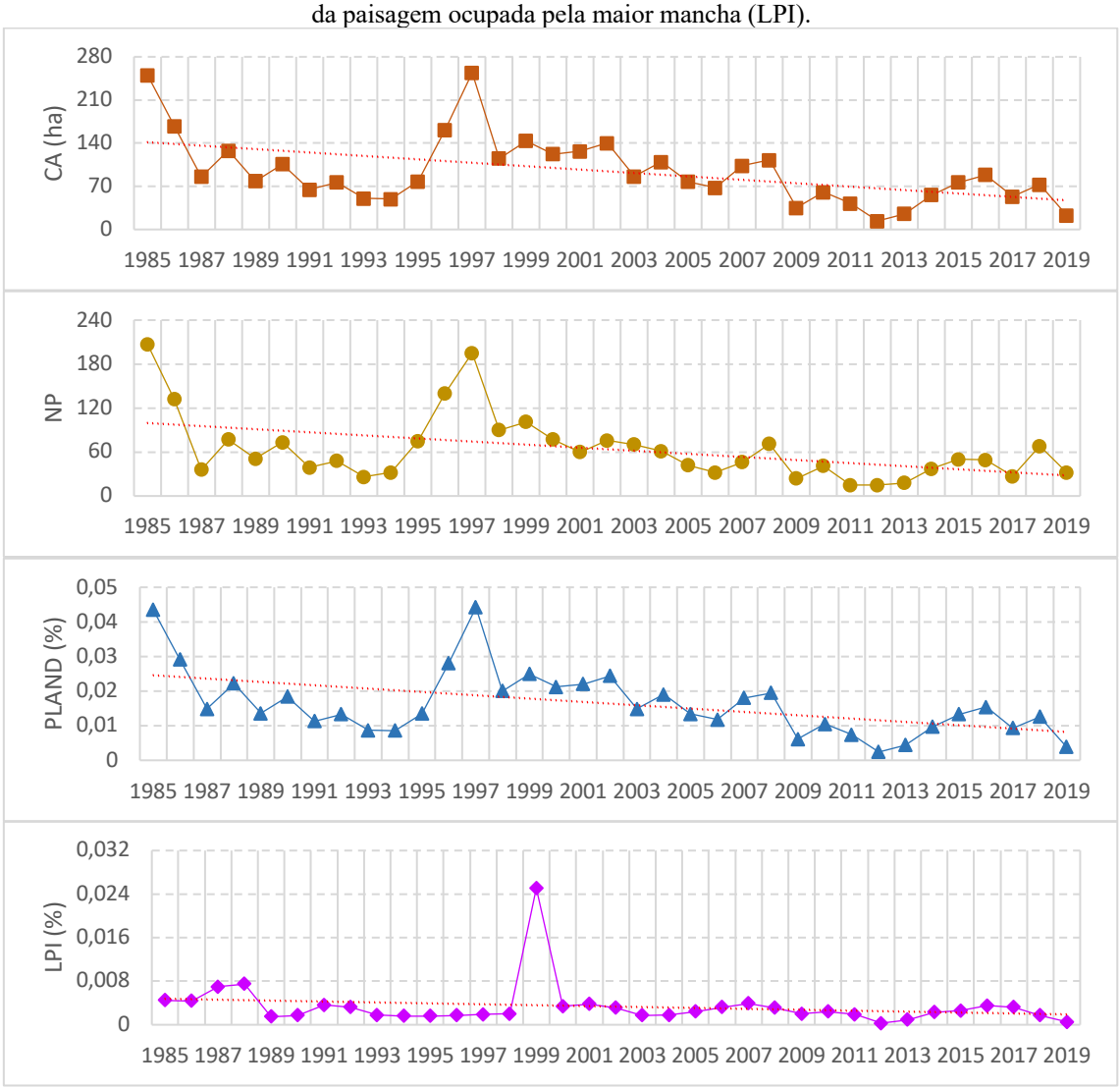
Figura 6. Métricas da estrutura da paisagem para a categoria Formação Florestal, no município de Morro do Chapéu, Bahia, entre 1985 e 2019: (a) área da classe (CA); (b) percentagem da paisagem (PLAND); (c) número de manchas (NP); (d) percentagem da paisagem ocupada pela maior mancha (LPI).



Fonte: Elaborada pelos próprios autores, a partir da Coleção 5.0 do Projeto MapBiomas, com processamento no FRAGSTATS.

A classe água não apresentou variações consideráveis ao longo da série temporal analisada, constou apenas tendência sucinta a redução em área e número de fragmentos. O LPI manteve-se constante em todo o tempo, com exceção ao ano 1999, o qual apresenta anomalia, provavelmente decorrente de erro de mapeamento ou de transcrição, uma vez que o valor tabulado (0,0251%) supera o próprio PLAND da classe naquele ano (0,0249%), o que é matematicamente impossível, e coincide com o LPI de áreas não vegetadas no mesmo ano (Tabela 3). As séries dessa classe são apresentadas na Figura 7.

Figura 7. Métricas da estrutura da paisagem para a categoria Água, no município de Morro do Chapéu, Bahia, entre 1985 e 2019: (a) área da classe (CA); (b) número de manchas (NP); (c) percentagem da paisagem (PLAND); (d) percentagem da paisagem ocupada pela maior mancha (LPI).



Fonte: Elaborada pelos próprios autores, a partir da Coleção 5.0 do Projeto MapBiomas, com processamento no FRAGSTATS.

Segundo Mendes (2018), os pequenos fragmentos desempenham a função de ligar grandes áreas, como potenciais corredores ecológicos, sendo necessárias, portanto, medidas adequadas para a conservação. Em Morro do Chapéu foi observada redução de CA de formação florestal, além de bastante flutuação com tendência a redução em NP. Também foi notada redução no CA e LPI de formações savânicas e crescimento de NP nesta classe. Para Rocha (2011), isso significa um retalhamento da paisagem, onde o CA e LPI reduzem e crescem o NP, aspectos semelhantes também foram encontrados ao avaliar a paisagem de uma Área de Proteção Ambiental localizada em região de Caatinga da Paraíba.

5 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Os resultados apresentados devem ser lidos considerando cinco limitações. A primeira decorre da fonte de dados: as métricas foram calculadas sobre a Coleção 5.0 do MapBiomas, produto de classificação automática de imagens Landsat com resolução espacial de 30 m, cuja acurácia varia entre classes e entre anos. Métricas de configuração como o número de manchas são particularmente sensíveis a erros de classificação, uma vez que pixels isolados classificados incorretamente são contabilizados como manchas independentes. Parte das flutuações interanuais observadas, sobretudo as de curta duração, pode, portanto, refletir instabilidade do produto e não mudança efetiva da paisagem hipótese explicitamente reconhecida no caso da anomalia da classe água em 1999.

A segunda limitação é a ausência de análise de configuração propriamente dita. Foram utilizadas quatro métricas de área e de agregação (CA, PLAND, NP e LPI), sem métricas de forma, de borda, de proximidade ou de conectividade, que permitiriam caracterizar a geometria dos fragmentos e a permeabilidade da matriz. A interpretação em termos de fragmentação e de corredores ecológicos apoia-se, assim, em um conjunto restrito de indicadores.

A terceira limitação refere-se à escala de análise: as métricas foram calculadas para o município como um todo, o que agrega em um único valor situações espacialmente muito distintas, como o interior do Parque Estadual de Morro do Chapéu, as áreas de entorno e os setores de expansão agropecuária e eólica. Uma análise por sub-recortes permitiria localizar onde a fragmentação de fato se concentra.

A quarta limitação é de natureza inferencial: a associação entre a expansão da agropecuária e o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel apoia-se na coincidência temporal entre a série de métricas e o período de vigência do programa, sem dados de produção, área plantada ou crédito agrícola em escala municipal que permitam testar essa relação. Trata-se, portanto, de uma hipótese explicativa plausível, e não de uma relação demonstrada. A quinta limitação é a ausência de mapas: o

trabalho quantifica a estrutura da paisagem, mas não apresenta a distribuição espacial das classes nem dos fragmentos, o que restringe a leitura geográfica dos padrões descritos.

6 CONTRIBUIÇÃO DO ESTUDO

O artigo oferece três contribuições. No plano empírico, disponibiliza a série anual completa de quatro métricas da paisagem, para seis classes de uso e cobertura da terra, ao longo de 35 anos, para um município que reúne unidade de conservação de proteção integral, proposta de geoparque, campos rupestres e ecótono entre Caatinga, Cerrado e Floresta Estacional conjunto de atributos raro e ainda pouco documentado quantitativamente. No plano analítico, articula as trajetórias das métricas entre si, sugerindo relações de substituição entre classes que a análise isolada de área não revelaria, embora sua confirmação exija matrizes de transição entre classes, como a inversão entre savana e áreas não vegetadas e a coalescência de fragmentos agropecuários evidenciada pela combinação de queda do número de manchas com crescimento do índice da maior mancha. No plano da gestão territorial, converte o diagnóstico em recomendações concretas: efetivação da proposta do Geoparque Morro do Chapéu em áreas públicas e incentivo à criação de Reservas Particulares do Patrimônio Natural em áreas privadas, onde se concentram ambientes de relevância ecológica sem obrigação legal de conservação.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A redução de tamanho da maior mancha e aumento da quantidade de manchas na paisagem significam que está havendo fragmentação na paisagem ou fragmentação de habitat, processo que tende a comprometer a biodiversidade (FAHRIG, 2003). A redução de florestas em momentos oportunos ao crescimento de agropecuária e áreas não vegetadas demonstra o quanto uma classe perde em relação às demais.

Manter os ambientes savânicos e de florestas nativas é a maneira mais assertiva para assegurar a conservação da riqueza de biodiversidade e patrimônio geoambiental existente em Morro do Chapéu. Estes ambientes encontram-se gravemente ameaçados por diferentes formas de usos, como atividades agropecuárias e instalação de parques eólicos. Embora sejam vistos como uma atividade economicamente positiva, essas formas de uso podem contribuir substancialmente para a degradação ambiental local, fazendo-se necessário avaliar pontos negativos associados a essas atividades.

Uma forma de se assegurar a conservação ambiental de todas as áreas previamente identificadas como de importância ecológica, geológica, ambiental e turística, seria a gestão territorial relacionada

à proposta de criação do Geopark Morro do Chapéu, o qual engloba propostas de desenvolvimento local a partir de premissas de aproveitamento e uso sustentável de recursos ambientais disponíveis.

Como Morro do Chapéu apresenta diversos ambientes peculiares em locais privados sem obrigatoriedade de conservação, é sugerida a implementação de políticas públicas de incentivo à criação de Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN), onde cada proprietário poderá reservar uma parte de sua propriedade exclusivamente para a conservação ambiental.

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

BAHIA. Decreto n°32.487, de 13 de novembro de 1985. Declara como de interesse para a Proteção Ambiental a área de terras que indica, nos municípios Morro do Chapéu, São Gabriel e João Dourado, no Estado da Bahia. *Diário Oficial do Estado da Bahia*, 3 de agosto de 1985.

BAHIA. Decreto n° 7.412, de 17 de agosto de 1998a. Cria o monumento Natural Cachoeira do Ferro Doido e dá outras providências. Diário Oficial do Estado da Bahia, 17 de agosto de 1998.

BAHIA. Decreto n°7.413, de 17 de agosto de 1998b. Cria o Parque Estadual Morro do Chapéu e dá outras providências. *Diário Oficial do Estado da Bahia*, Salvador, 17 de agosto de 1998.

BELTRÃO, Napoleão Esberard de Macêdo; SILVA, Luiz Carlos; MELO, Francisco de Brito. Mamona consorciada com feijão visando produção de biodiesel, emprego e renda. **Bahia Agrícola**, v.5, n.2, p. 34-37, novembro 2002.

BEUCHLE, René; GRECCHI, Rosana Cristina; SHIMABUKURO, Yosio Edemir; SELIGER, Roman; EVA, Hugh Douglas; SANO, Edson; ACHARD, Frédéric. Land cover changes in the Brazilian Cerrado and Caatinga biomes from 1990 to 2010 based on a systematic remote sensing sampling approach. Applied Geography, v. 58, p. 116-127, 2015. DOI: 10.1016/j.apgeog.2015.01.017.

CABACINHA, Christian Dias; CASTRO, Selma Simões; GONÇALVES, Dernerval Aparecido. Análise da estrutura da paisagem da alta Bacia do Rio Araguaia na savana brasileira. Revista Floresta, v.40, n°4, p.675-690, outubro/novembro 2010.

CASIMIRO, Pedro Cortesão. Estrutura, composição e configuração da paisagem conceitos e princípios para a sua quantificação no âmbito da ecologia da paisagem. **Revista portuguesa de estudos regionais**, n. 20, p. 101-125, 2009.

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM. **Projeto mapas municipais**: município de Morro do Chapéu-BA. Salvador, 1995.

COUTO, Paula. Análise Factorial aplicada a métricas da paisagem definidas em FRAGSTATS. **Investigação Operacional**, v.24, p.109-137, 2004.

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

FERNANDES, Marcia; FERNANDES; Milton; ALMEIDA, André; GONZAGA, Maria Isidória da Silva; GONÇALVES, Fábio. Ecologia da Paisagem de uma Bacia Hidrográfica dos Tabuleiros Costeiros do Brasil. **Floresta e Ambiente**, v. 24, p. 1-9, 2017.

FREITAS, Silene Maria; FREDO, Carlos Eduardo. Biodiesel à base de óleo de mamona: algumas considerações**. Informações Econômicas**, São Paulo, v. 35, n. 1, p. 37-42, janeiro 2005.

GORELICK, Noel; HANCHER, Matt; DIXON, Mike; ILYUSHCHENKO, Simon; THAU, David; MOORE, Rebecca. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. **Remote Sensing of Environment**, v. 202, p.18-27, 2017.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **População Estimada**. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência 1o de julho de 2019. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/morro-do-chapeu/panorama. Acesso em: 18/08/2020.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Malha municipal digital do Brasil: 2024. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html. Acesso em: 26 set. 2026.

KIILL, Lúcia Helena Piedade; PORTO, Diogo Denardi. Bioma Caatinga: oportunidades e desafios de pesquisa para o desenvolvimento sustentável. In: VILELA, Evaldo Ferreira; CALLEGARO, Geraldo Magela; FERNANDES, Geraldo Wilson (org.). Biomas e agricultura: oportunidades e desafios. Rio de Janeiro: Vertente Edições, 2019. p. 65-80.

LANG, Stefan; BLASCHKE, Thomas**. Análise da paisagem com SIG.** Tradução: Hermann Kux. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

LOBÃO, Jocimara Souza Britto; VALE, Raquel de Matos Cardoso. Microbacias na Região do Parque Estadual de Morro do Chapéu (PEMC): Um modelo em SIG para Análise Ambiental. In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2007, Florianópolis. **Anais**. Florianópolis: INPE, 2007. p. 2769-2776.

MADUREIRA, Jane Marchi; GUERRA, Sinclair Mallet Guy. Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel: divergências sobre os resultados sociais da política de biocombustíveis. **R. Pol. Públ.**, São Luís, v. 18, n. 2, p. 659-670, julho/dezembro 2014.

MARENGO, José A.; TORRES, Roger R.; ALVES, Lincoln M. Drought in Northeast Brazil: past, present, and future. Theoretical and Applied Climatology, v. 129, p. 1189-1200, 2017. DOI: 10.1007/s00704-016-1840-8.

MCGARIGAL, Kevin. **Fragstats Help**. University of Massachusetts, Amherst, April 2015. Disponível em: http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/documents/fragstats.help.4.2.pdf . Acesso em : 18/08/2018.

MCGARIGAL, K., CUSHMAN, S.A.; NEEL, M.C.; ENE, E. **Fragstats:** spatial pattern analysis program for categorical maps. University of Massachusetts. Amherst, EUA. 2012. Disponível em www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html Acesso: 18/08/2020.

McGARIGAL, K.; MARKS, B. J. **FRAGSTATS:** spacial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Version 2.0. Forest Science Department, Oregon State University, Corvallis, 1995.

MENDES, Thais Jacob. **Fragmentação e viabilidade de corredores ecológicos na região do MATOPIBA**. Dissertação (Mestrado) Ciências Florestais, Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

METZGER, Jean Paul. O que é ecologia de Paisagem?. **Biota Neotropica**, v. 1, n. 1, p. 1-9, 2001.

MILAN, Elisana; MORO, Rosemeri Segecin. O conceito biogeográfico de ecótono. **Terr@Plural**, Ponta Grossa, v. 10, n. 1, p. 75-88, janeiro/junho 2016.

Ministério do Meio Ambiente – MMA. **Plano de Divulgação do Bioma Caatinga**. Brasília, 2011.

MORENDE, Vinicius Navarro; RAIMUNDO, Sidnei. Plantar alimento ou combustível? Contradições das políticas públicas federais para a produção territorial no sertão baiano. **Confins**, v. 6, n. 26, p. 1-22, fevereiro 2016.

NASCIMENTO, Francisco Eriberto de Lima; BRAVO, Freddy. Cerambycidae (Insecta, Coleoptera) de Morro do Chapéu, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Entomobrasilis**, v. 8, n. 3, p. 235-241, 21 dez. 2015.

OPENSTREETMAP. OpenStreetMap: base cartográfica colaborativa. [S. l.]: OpenStreetMap Foundation, 2025. Disponível em: https://www.openstreetmap.org. Acesso em: 26 set. 2026.

Projeto MapBiomas – Coleção 5.0 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso do Solo do Brasil, acessado em 02 de outubro de 2020 através do link: https://plataforma.mapbiomas.org/.

Projeto MapBiomas . MapBiomas General "Handbook" – Algorithm Theoretical Basis Document (ATBD) Collection 5, v.1, August 2020. Disponível em: https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/ATBD_Collection_5_v1.pdf . Acesso em 02 de outubro de 2020.

ROCHA, Antônio José Dourado; PEDREIRA, Augusto J. 2012. Geoparque Morro do Chapéu- Bahia (proposta). In: SCHOBBENHAUS, Carlos; SILVA, Cassio Roberto da (Org.) **Geoparques do Brasil:** propostas. Rio de Janeiro: CPRM, 2012. v.1, p. 59-110.

ROCHA, Jancerlan Gomes. **Modelagem de conhecimento e métricas de paisagem para identificar e analisar padrões espaciais em ambiente de caatinga**. Dissertação (Mestrado) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.

SANTOS-PINTO, Marilda; SANTOS FILHO, Humberto; SANTOS, Ivanara Pereira Lopes dos; AZEVEDO, Renato Pimenta de; PEREIRA, Ricardo Galeno Fraga de Araújo; CARVALHO, Wilton Pinto de; ESPINHEIRA, Antônio R. Leone; MARTINS, Violeta de Souza; SANTOS, José da Silva Amaral; SILVA, Marco Antônio G. Advíncula. Planejamento estratégico para a implantação de geoparques no estado da Bahia. **Revista de Geologia**, vol. 31, n. 2, p.143-157, 2018.

SILVA, A. C. **Modelagem da Geodiversidade e Identidade como suporte para roteiros geoturísticos:** estudo de caso no geoparque Morro do Chapéu, Bahia. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2016.

SILVA, José Maria Cardoso da; TABARELLI, Marcelo; FONSECA, Mônica Tavares da. **Biodiversidade da caatinga**: Áreas e ações prioritárias para a conservação. Ministério do Meio Ambiente - Distrito Federal: Universidade Federal de Pernambuco, 2004.

SIQUEIRA, Mariana Nascimento; CASTRO, Selma Simões; FARIA, Karla Maria Silva. Geografia e ecologia da paisagem: pontos para análise. **Soc. & Nat**., Uberlândia, v. 25, n. 3, p. 557-566, setembro/dezembro 2013.

SOUZA JR, Carlos M. 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, art. 2735, 2020. DOI: 10.3390/rs12172735.**

STAUT, Fabiano. **O processo de implantação de parques eólicos no nordeste brasileiro**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) - Escola politécnica da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.

UUEMAA, Evelyn; MANDER, Ülo; MARJA, Riho. Trends in the use of landscape spatial metrics as landscape indicators: a review. **Ecological Indicators**, v. 28, p. 100-106, maio 2013.

VELLOSO, Agnes L.; SAMPAIO, Everaldo V. S. B.; PAREYN, Frans G. C**. Ecorregiões propostas para o Bioma Caatinga**. Associação Plantas do Nordeste – APNE; Intituto de Conservação Abiental The Nature Conservancy do Brasil, Recife, 2002.