

DIAGNÓSTICO DA FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL DA BACIA DO RIO BURANHÉM – EXTREMO-SUL DA BAHIA: MÉTRICAS E CONECTIVIDADE DA PAISAGEM

DIAGNOSIS OF FOREST FRAGMENTATION IN THE
BURANHÉM RIVER BASIN – FAR-SOUTH BAHIA: METRICS AND
LANDSCAPE CONNECTIVITY

DIAGNÓSTICO DE LA FRAGMENTACIÓN FORESTAL EN LA
CUENCA DEL RÍO BURANHÉM – EXTREMO SUR DE BAHÍA:
MÉTRICAS Y CONECTIVIDAD DEL PAISAJE

Caroline de Morais Pinheiro¹

 0000-0002-8400-1427

carolinefloresta@yahoo.com.br

João Gabriel de Moraes Pinheiro²

 0000-0002-9941-2018

jgmpinheiro.bge@uesc.br

1 Mestre em Produção Vegetal e Engenheira Florestal - Eunápolis, Bahia, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8400-1427>. E-mail: carolinefloresta@yahoo.com.br.

2 Bacharelado em Geografia pela Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC - Ilhéus, Bahia, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9941-2018>. E-mail: jgmpinheiro.bge@uesc.br.

Artigo recebido em abril de 2024 e aceito para publicação em julho de 2024.



Este artigo está licenciado sob uma Licença
Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

RESUMO: O presente trabalho possui o objetivo principal de realizar o diagnóstico ambiental da fragmentação florestal da BH do rio Buranhém localizado no Extremo-Sul do estado da Bahia, utilizando-se das geotecnologias e métricas da paisagem sob a ótica da ecologia da paisagem. Inicialmente, dividiu-se a bacia em três áreas visando quantificar qual área possui maior número de fragmentos. Para análise da fragmentação da paisagem, utilizou-se imagens do satélite Sentinel-2 na qual a partir da classificação supervisionada foi possível mapear e quantificar os fragmentos florestais. Posteriormente calculou-se o Índice de Circularidade (IC) para mensurar os fragmentos mais suscetíveis aos efeitos de borda. Dos 22.453 fragmentos mapeados 94,8% são menores que 5 ha. Na área 2 existe a maior concentração de fragmentos florestais, sendo estes superiores a 250 hectares, relativo ao efeito de borda a maioria (74,2%) dos fragmentos possuem baixa suscetibilidade ao efeito de borda. Dessa forma, conclui-se que a vegetação da mata atlântica se encontra bastante fragmentada na bacia, com a expansão da matriz pastagem, caso medidas de planejamento e proteção ambiental não sejam implementadas, a tendência dos fragmentos maiores é estar mais suscetível ao efeito de borda.

Palavras-chave: Geotecnologias. Efeito de Borda. Mata atlântica. Análise geoespacial.

ABSTRACT: The main objective of this work is to carry out an environmental diagnosis of the forest fragmentation of BH on the Buranhém River located in the Far-South of the state of Bahia, using geotechnologies and landscape metrics from the perspective of landscape ecology. Initially, the basin was divided into three areas, starting to quantify which area has the greatest number of fragments. To analyze landscape fragmentation, images from the Sentinel-2 satellite were used, in which, using supervised classification, it was possible to map and quantify forest fragments. Subsequently, the Circularity Index (CI) was calculated to measure the fragments most susceptible to edge effects. Of the 22,453 fragments mapped, 94.8% are smaller than 5 ha. In area 2 there is a greater concentration of forest fragments, exceeding 250 hectares. Regarding the edge effect, the majority (74.2%) of the fragments have low susceptibility to the edge effect. In this way, it is concluded that the vegetation of the Atlantic forest is quite fragmented in the basin, with the expansion of the pasture matrix, if planning and environmental protection measures are not renewed, the tendency of the larger fragments is to be more susceptible to border effect.

Keywords: Geotechnologies. Border effect. Atlantic forest. Geospatial analysis.

RESUMEN: El presente trabajo tiene como objetivo principal realizar un diagnóstico ambiental de la fragmentación forestal de la BiH del río Buranhém ubicada en el extremo sur del estado de Bahía, utilizando geotecnologías y métricas paisajísticas desde la perspectiva de la ecología del paisaje. Inicialmente se dividió la cuenca en tres áreas con el fin de cuantificar cuál es la que presenta mayor número de fragmentos. Para analizar la fragmentación del paisaje se utilizaron imágenes del satélite Sentinel-2, en las que, mediante clasificación supervisada, fue posible mapear y cuantificar fragmentos de bosque. Posteriormente se calculó el Índice de Circularidad (IC) para medir los fragmentos más susceptibles a efectos de borde. De los 22.453 fragmentos cartografiados, el 94,8% son menores de 5 ha. En el área 2 se presenta la mayor concentración de fragmentos de bosque, los cuales superan las 250 hectáreas. En cuanto al efecto borde, la mayoría (74,2%) de los fragmentos tienen baja susceptibilidad al efecto borde. Por lo tanto, se concluye que la vegetación del bosque atlántico se encuentra bastante fragmentada en la cuenca, con la expansión de la matriz de pastos, si no se implementan medidas de planificación y protección ambiental, la tendencia de los fragmentos más grandes es a ser más susceptibles al borde. efecto.

Palabras clave: Geotecnologías. Efecto frontera. Bosque Atlántico. Análisis geoespacial.

INTRODUÇÃO

As Bacias Hidrográficas (BH) configuram-se como unidades da paisagem que possuem dimensões variadas, na qual os recursos hídricos superficiais são organizados em função da relação *sine qua non* entre a interface geológico-geomorfológico e as condições climáticas (Carvalho *et al.*, 2014). Neste sentido, as bacias hidrográficas com suas redes fluviais desempenham o papel de “espinha dorsal” das paisagens do planeta, na qual vários serviços ecossistêmicos são realizados, como a coleta e transporte de sedimentos, água, matéria orgânica de áreas topograficamente mais elevadas para os oceanos (Willett *et al.*, 2014).

Esses processos resultam em uma complexa rede que está em constante mudança, na qual existe implicações para o transporte de massa e a conectividade geográfica entre diferentes espécies e ecossistemas (Willett *et al.*, 2014). Dessa forma, as BH vêm sendo adotadas como unidades preferenciais para a gestão e planejamento dos recursos hídricos, na qual a partir da década de 1980, a modernização dos modelos de gestão passou a incorporar o conceito de

sustentabilidade. Por conseguinte, a gestão ambiental dos recursos hídricos teve sua importância reforçada na criação de políticas públicas em diversas esferas (Carvalho *et al.*, 2014).

A necessidade de uso e ocupação da terra em bacias hidrográficas tem instaurado estudos sobre os sistemas naturais que o compõe, uma vez que a necessidade de ocupação de espaços naturais modifica as estruturas para a extração recursos naturais como matéria prima, energia, alimentos e geração de renda. Essa necessidade humana, provoca muitos danos ambientais, sendo alguns deles irreparáveis, nesta perspectiva é fundamental o desenvolvimento de atividades humanas que respeitem a sustentabilidade e os ciclos ecossistêmicos (Viana; Moraes, 2016).

No escopo da análise ambiental e espacial, neste caso, mais especificamente das bacias hidrográficas, o conceito de “paisagem” assume um papel central dentro desta análise, configurando-se como um conceito fundamental da Geografia. As paisagens por sua vez, podem ser consideradas como o resultado da interação entre os recursos e elementos naturais, na qual estão condicionadas, ou não, pelas interferências antrópicas (Seabra; Cruz, 2013). Dentro dessa compreensão, torna-se importante entender o histórico de intervenções antrópicas sobre o espaço geográfico, uma vez que muitas mudanças ocorridas no passado são responsáveis pelos fenômenos que ocorre no presente (Seabra; Cruz, 2013).

Outrossim, a análise sistêmica e integrada da paisagem é possível através da abordagem da ecologia da paisagem. Segundo Forman e Godron (1986), entende-se por ecologia da paisagem o estudo da estrutura, função, forma e dinâmica das diferentes áreas compostas por ecossistemas interativos. Pojar *et al.* (1994), por sua vez acrescenta que a ecologia da paisagem é uma área que sua ênfase está nas escalas espaciais amplas, bem como os efeitos ecológicos no padrão da distribuição espacial dos ecossistemas.

Nesta área, o ponto central de análise está no reconhecimento da existência de uma codependência espacial com duas unidades da paisagem, sendo elas: o comportamento de uma unidade depende das interações que esta mantém com as unidades de sua vizinhança (Metzger, 2001). Sendo assim, a ecologia da paisagem configura-se como a junção da análise espacial da geografia com o estudo funcional da ecologia (Metzger, 2001).

Na análise das paisagens devem ser contempladas três características principais, a saber: a estrutura, que é formada por uma matriz da paisagem (sendo o elemento predominante), manchas e corredores, cuja sua função está inter-relacionada à interações entre os elementos que o compõem; e a dinâmica, ou seja, as alterações na estrutura e função ao longo do tempo (Forman; Godron, 1986; Viana; Moraes, 2016). Neste sentido, para o manejo da paisagem torna-se essencial a análise da estrutura da paisagem, considerando em primeira instância a sua integridade ecológica, assim como o desenvolvimento de atividades antropogênicas na perspectiva da sustentabilidade (Viana; Moraes, 2016).

Atualmente, os níveis de fragmentação florestal monitorados, tem reduzido em grande escala as florestas tropicais, como a Mata Atlântica. Todavia, se as taxas de desmatamento observadas atualmente não provocarem a extinção completa dos ecossistemas, ainda será possível reverter o quadro de degradação ambiental (Rodrigues; Nascimento). Assim, a análise da fragmentação florestal sob a ótica da ecologia da paisagem pode ser realizada através de métricas da paisagem, servindo de aporte técnico-científico para análises espaciais que possuem o objetivo de quantificar a estrutura da paisagem, uma vez que oferece suporte científico para elucidar a quantidade e qualidade das manchas (Silva; Souza, 2014).

Desse modo, a restauração da conectividade de fragmentos florestais é de fundamental importância para a manutenção da diversidade biológica, fluxo gênico e da integridade ecológica dos ecossistemas, haja vista que a fragmentação de habitats é uma das principais causa de extinção de espécies, sendo “definida como o processo pelo qual uma área contínua de habitat é reduzida em tamanho e dividida em fragmentos separados por uma matriz diferente do original” (Trevisan; Moschini, 2018, p. 2).

Dessa forma, o presente trabalho possui o objetivo principal de realizar o diagnóstico ambiental da fragmentação florestal da BH do rio Buranhém localizado no Extremo-Sul do estado da Bahia, utilizando-se das geotecnologias e métricas da paisagem sob a ótica da ecologia da paisagem. A escolha da BH do Rio Buranhém está contida no fato de ser uma bacia com múltiplos usos da terra, na qual a matriz pastagem está em constante expansão fragmentando ainda mais as áreas de mata atlântica. Este estudo justifica-se pela capacidade que este tem em subsidiar a criação do planejamento ambiental nesta área com vista a formulação de políticas públicas e ações em consonância com o comitê de bacias visando recuperação e a conectividade de manchas florestais e atuar na conservação ambiental.

METODOLOGIA

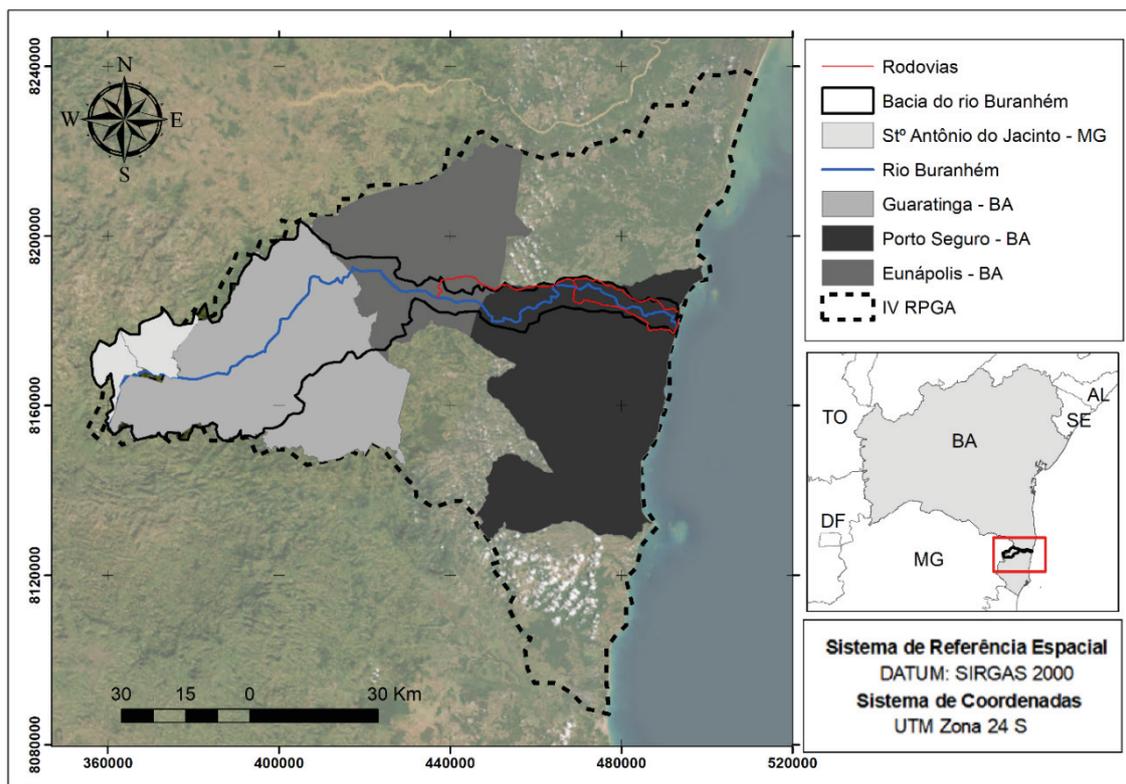
Características da área escolhida para o estudo

O rio Buranhém é o principal rio que drena a Bacia Hidrográfica do rio Buranhém (BHRB), localizada sob a coordenadas geográficas: latitude: -16,2474 norte, -16,7137 sul e longitude -49,3495 oeste, -39,0633 leste. O rio Buranhém contempla três municípios na Bahia, a saber: Guaratinga, Eunápolis e Porto Seguro, além do município de

Santo Antônio do Jacinto, localizado no estado de Minas Gerais. A BHRB possui uma área total de 2.504,83 km² possuindo como vizinhos ao norte a bacia dos rios João de Tiba e dos Mangues e ao sul com a bacia do rio Jucuruçu (Azevedo; Gomes; Moraes, 2016).

O rio Buranhém nasce na Pedra do Cachorro, na serra dos Aimorés, em Santo Antônio do Jacinto, no estado de Minas Gerais. Conhecido também como rio do peixe na qual percorre 30,5 quilômetros em Minas Gerais e 215,5 quilômetros na Bahia, até sua foz no oceano Atlântico, na cidade de Porto Seguro. É o manancial de onde é captada a água que abastece a maioria das cidades do Extremo Sul baiano, abastecendo uma população superior a 250 mil habitantes (Figura 1).

A BHRB está inserida também na Região de Planejamento e Gestão de Águas IV (IV RPGA), sendo essas e outras regiões de planejamento do estado da Bahia delimitadas pelo Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA) devido à complexidade da rede hidrográfica do estado e viabilizar a implementação da política de recursos hídricos, estando em consonância também com o Sistema Nacional de Recursos Hídricos (Singreh) (Bahia, 2009).



Fonte: Pinheiro; Moreira (2023).

Figura 1. Localização da Bacia do rio Buranhém em relação a IV RPGA.

Referente às características naturais, a BHRB está localizada no bioma da mata atlântica, especificamente na região fitoecológica da floresta ombrófila densa, e nos domínios morfoclimático dos Mares de Morros. No extremo sul da Bahia, a mata atlântica apresenta grande riqueza e endemismo, porém o intenso desmatamento na região nas últimas décadas fez com que as florestas ficassem extremamente reduzidas, colocando a biodiversidade existente em risco (Sambuichi, 2003). Segundo a Classificação Brasileira de Solos, a BHRB possui o predomínio das seguintes ordens de solo: Argissolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Amarelo, Latossolo Vermelho-Amarelo, e na foz o Gleissolo Háptico Tb Distrófico e o Espodossolo Ferri-Humilúvico (Embrapa, 2018).

Na composição geomorfológica, da nascente até Guaratinga predomina a feição geomorfológica Bloco Montanhoso do Sul da Bahia e Nordeste de Minas Gerais, e em direção à foz, predomina os Tabuleiros Costeiros do Brasil Centro – Oriental. No que concerne ao uso e ocupação da terra, 60,35% da área total da bacia está ocupada pela pastagem (matriz da paisagem), o que corresponde a 1511.68 km², enquanto a formação florestal corresponde a 21,30% da área total (533.60 km²) (Pinheiro; Moreira, 2023).

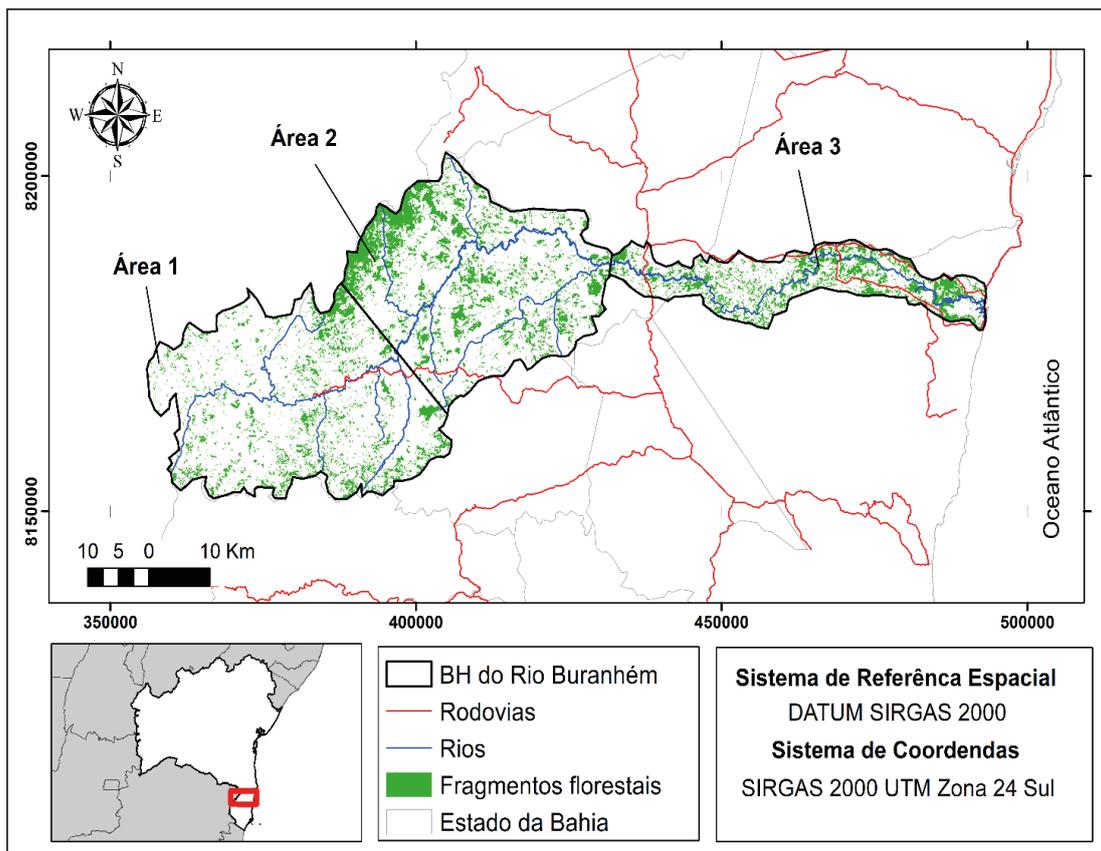
Delimitação e mapeamento dos fragmentos florestais

Para delimitar os fragmentos florestais da BHRB, foi obtida as imagens do Sentinel – 2. As imagens foram obtidas de maneira gratuita no *site* da *USGS Earth Explorer* com acesso instantâneo pelo *site*: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Os seguintes filtros de seleção foram utilizados para escolha das imagens: i) contemplar toda área de estudo, ii) cobertura de nuvens menor que 10% e iii) satélite Sentinel – 2 sensor multiespectral MSI. Em seguida, foi realizada uma composição falsa cor que permite ressaltar a vegetação densa e fotossinteticamente mais ativa.

Para a composição falsa cor utilizou-se as seguintes bandas: banda 8 – infravermelho próximo, banda 11 – infravermelho de ondas curtas e a banda 2 – azul, todas elas com resolução espacial de 10 metros. Em seguida foi feita uma classificação supervisionada do tipo *Maximum Likelihood Classification* (classificação por máxima verossimilhança). A realização da classificação consistiu em coletar amostras na composição falsa cor das bandas do satélite Sentinel – 2, na qual o objetivo principal foi diferenciar os fragmentos florestais das demais classes de uso e ocupação da terra. Uma vez realizada a classificação supervisionada, teve-se como gênese duas classes de uso da terra: formação florestal e demais classes.

Ao ser concluída, a classe de formação florestal em arquivo *raster* passou por uma limpeza e generalização dos pixels, posteriormente foi convertida para arquivo vetorial do tipo *shapefile*, na qual foi projetada para as coordenadas SIRGAS 2000 UTM, zona 24 Sul, sendo possível realizar cálculos de área e perímetro. Todo o processamento foi realizado no Sistema de Informação Geográfica (SIG) ArcMap 10.8. Com objetivo de analisar a fragmentação florestal na bacia, dividiu-se a BHRB em três áreas com o intuito de monitorar a quantidade e qualidade dos fragmentos, bem como estabelecer qual área que está mais suscetível a recuperação pela conectividade das manchas e aquela área mais degradada (Figura 2).

Em seguida, os fragmentos florestais foram classificados de acordo com os tamanhos. Ao todo foram delimitadas 7 classes de tamanho, como sugerido por Viana (2011), sendo essas classes variando de menos 5 ha até acima 250 ha.



Fonte: elaborado pelos autores.

Figura 2. Localização das áreas analisadas na BHRB.

Métricas da paisagem empregada

Utilizando as informações da área e dos perímetros previamente calculados de cada fragmento, obteve-se o Índice de Circularidade (IC), na qual pôde-se determinar a forma do fragmento. O IC é uma métrica bastante utilizada na literatura para a avaliação de fragmentos florestais. Este índice é estabelecido através da relação entre a área e o perímetro, com o objetivo de identificar o grau de proximidade do formato dos fragmentos com o de uma circunferência (Silva *et al.*, 2019). A utilização de uma circunferência como um padrão teórico de comparação justifica-se pelo fato de que quando o fragmento se aproxima de um formato circular, a área limítrofe é minimizada em relação a área total, reduzindo desta forma o efeito de borda (Etto *et al.*, 2013; Silva *et al.*, 2019; Fengler, 2015). Dessa forma, para o cálculo do IC foi utilizado a seguinte fórmula (Etto *et al.*, 2013):

$$IC = \frac{(2 \cdot \sqrt{\pi} \cdot A)}{L}$$

Sendo, A = área do fragmento em m² e L = o perímetro do fragmento em m².

Através da relação do IC foi gerado um valor adimensional que varia de zero a um. Valores próximos de 1 indicam maior circularidade do fragmento, todavia, índices que se encontram longe de 1 representam fragmentos mais alongados, na qual a proximidade da área central e das bordas é maior (Silva *et al.*, 2019). Uma vez os índices calculados, estes foram classificados segundo Etto *et al.* (2013), onde fragmentos com IC inferior a 0,65 são identificados como fragmentos alongados, porém fragmentos que apresentem entre 0,65 a 0,85, são moderadamente alongados, e com índices superior a 0,85 são fragmentos com forma arredondada (Silva *et al.*, 2019).

Objetivou-se também avaliar o grau de isolamento dos fragmentos. Dessa forma, os fragmentos foram considerados isolados quando, há uma distância pré-determinada, não havia sobreposição de borda a outro fragmento. De igual maneira, os fragmentos florestais foram considerados quando houve sobreposição de sua borda em relação a borda do fragmento vizinho (Viana; Moraes, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao todo foram mapeados 22.453 fragmentos florestais remanescentes da mata atlântica que variam de menos 3 ha até acima de 250 ha. A maioria dos fragmentos estão concentrados na Área 2 (n= 8.369 fragmentos), em segundo lugar na Área 3, próxima ao litoral (n= 6.078 fragmentos). A Área 1, sentido à nascente, apresentou menor número de fragmentos (n= 8.006). O tamanho de um fragmento configura-se como uma das métricas mais importantes na composição das paisagens. Fragmentos florestais muito pequenos, não possuem a capacidade de abrigar várias espécies. Autores como Laurence e Bierregaard (1997), definiram o valor de 300 ha como um valor alto para que haja a conservação da biodiversidade, ao passo que fragmentos com área inferior a 3 ha são considerados pouco relevantes para a manutenção das espécies, haja vista que está suscetível a muitos fatores exógenos.

Por conseguinte, os fragmentos mapeados e analisados neste trabalho variam de 1 ha (valor mínimo) até 8.000 ha (valor máximo). Dos 22.453 fragmentos mapeados 94,8% são menores que 5 ha (Tabela 1), já os fragmentos maiores que 5 ha e menores que 10 ha correspondem a 2,1% da área total dos fragmentos. Todavia, os 18 fragmentos que possuem tamanho superior a 250 ha correspondem apenas a 0,08%. Embora os fragmentos florestais pertencentes a classe de tamanho maior de 250 ha presente, em frequência absoluta, apenas 18 fragmentos, em termos de área, essa classe ocupa 16.846 ha (correspondendo a 36,17%).

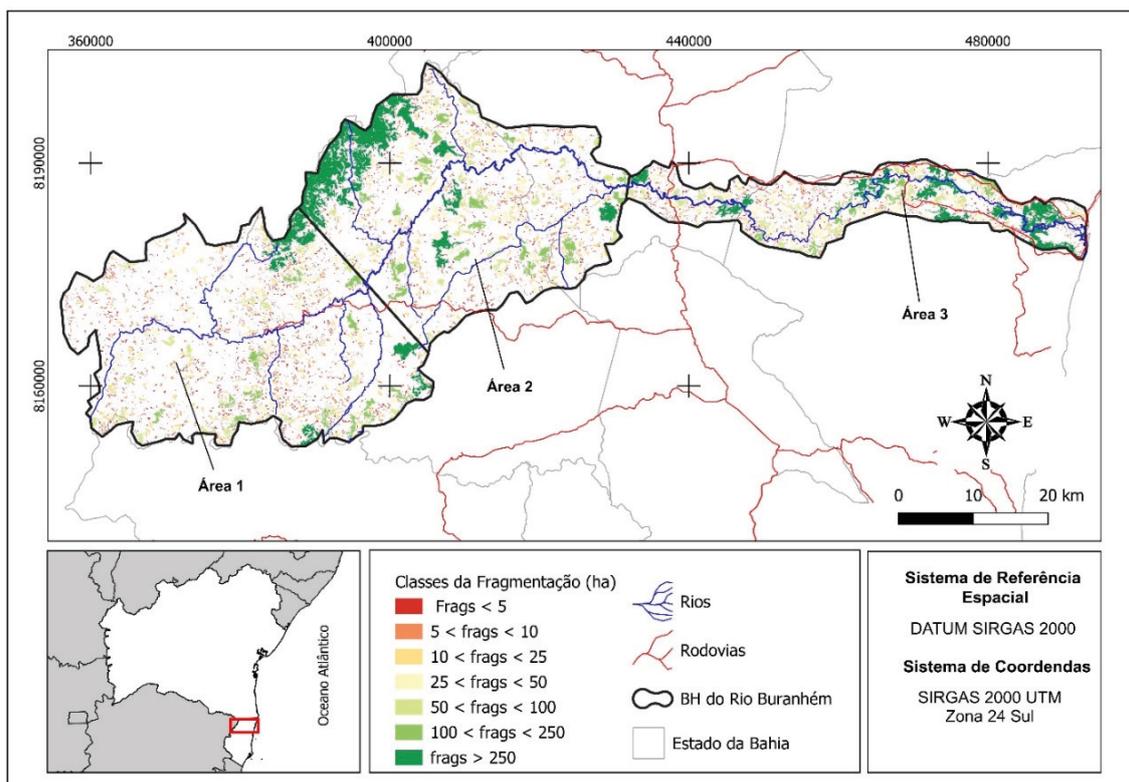
Tabela 1. Fragmentos (frags) mapeados distribuídos por classes de tamanho.

Classes de tamanhos (ha)	Nº de fragmentos	Área (ha)	Área (%)
Frag < 5	21.294	5.361	11,51
5 < frags < 10	486	3.154	6,77
10 < frags < 25	377	5.662	12,16
25 < frags < 50	153	5.175	11,11
50 < frags < 100	66	4.633	9,95
100 < frags < 250	26	5.743	12,33
frags > 250	18	16.846	36,17
Total	22.453	46.574	100,00

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise da Figura 3 percebe-se que na área 2 existe a maior concentração de fragmentos florestais, sendo que os fragmentos superiores a 250 hectares estão presentes nesta área, dessa forma percebe-se que os fragmentos maiores estão concentrados ao norte nesta área. Esse fragmento florestal maior e mais preservado justifica-se pela presença do Parque Nacional do Alto do Cariri. O parque foi criado pelo Decreto de 11 de junho de 2010, com o objetivo principal de preservar os remanescentes da mata atlântica e o muriqui-do-norte (*Brachyteles hypoxanthus*), sendo administrado pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) (BRASIL, 2010).

O isolamento deste fragmento florestal também é explicado pelo artigo 4º da mesma Resolução, que versa sobre a realização de atividades mineradoras ao entorno da zona de amortecimento do Parque, que pode ser realizada desde que autorizada previamente pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM).



Fonte: elaborado pelos autores.

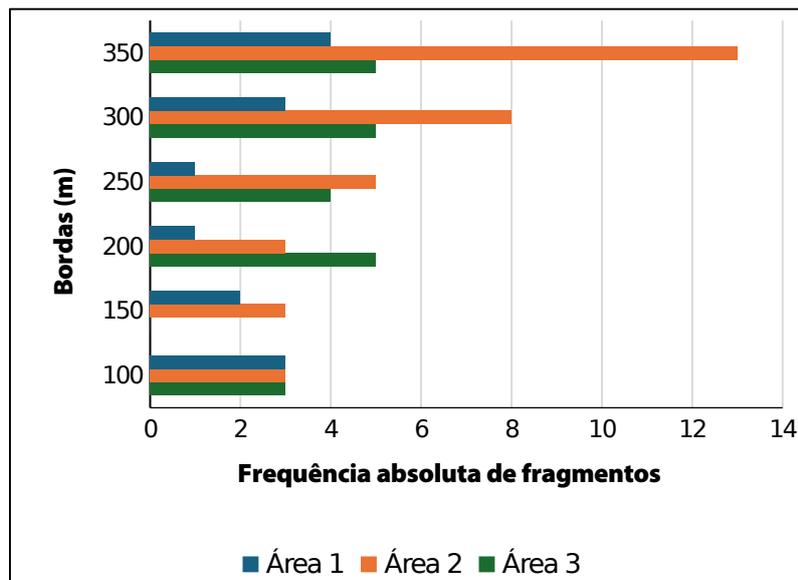
Figura 3. Distribuição dos fragmentos florestais nas 3 áreas analisadas da BHRB.

Suscetibilidade ao efeito de borda e formato dos fragmentos florestais

O tamanho dos fragmentos florestais está fortemente associado à borda. Quanto menor o fragmento, mais intensos são efeitos de borda, justamente pela diminuição da razão/interior da borda. As espécies que habitam o interior do fragmento, restritas às condições ambientais do interior do fragmento, normalmente são excluídas das bordas pelas espécies adaptadas a essa tipologia de habitat durante o processo de competição (Viana; Moraes, 2016).

Para avaliar os efeitos de borda nos diferentes tamanhos de fragmentos, nas três áreas analisadas, utilizou-se o IC para mensurar a vulnerabilidade. No Gráfico 1 está a representação do IC variando de 0,1 a 0,8 com suas respectivas frequências absolutas. Na análise do gráfico 47,0% dos fragmentos florestais possuem IC de 0,8 e 27,2% dos fragmentos possuem IC de 0,7. Isso significa que a maioria (74,2%) dos fragmentos possuem baixa suscetibilidade ao efeito de borda.

Gráfico 1. Índice de Circularidade (IC) dos fragmentos florestais identificados na BHRB.



Fonte: elaborado pelos autores.

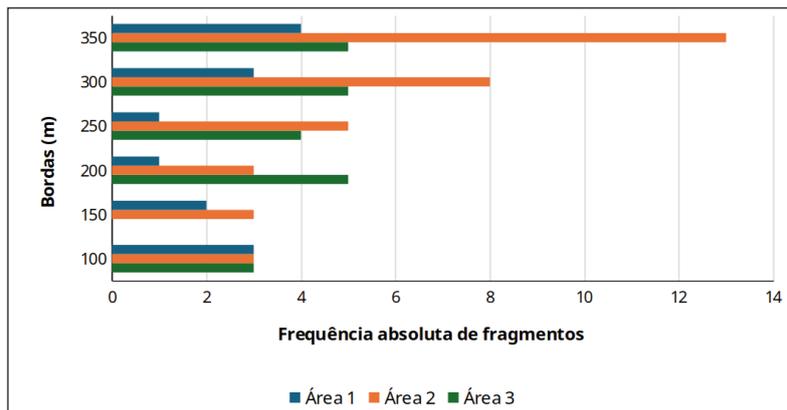
Os efeitos de borda caracterizam-se como a consequência mais expressiva da fragmentação, sendo o produto de distúrbios naturais quanto antrópicos, atuando dessa forma, como mecanismo principal que leva às mudanças estruturais e dinâmicas das florestas (Blumenfeld *et al.*, 2016). A extensão dos efeitos de borda devem ser o resultado de combinadas condições limítrofes entre o fragmento e a área que o circunda, da influência dos fatores naturais inerentes sobre esse espaço e o tipo e quantidade de intervenção antropogênica nesta região (Blumenfeld *et al.*, 2016).

Possibilidades de conectividade das paisagens

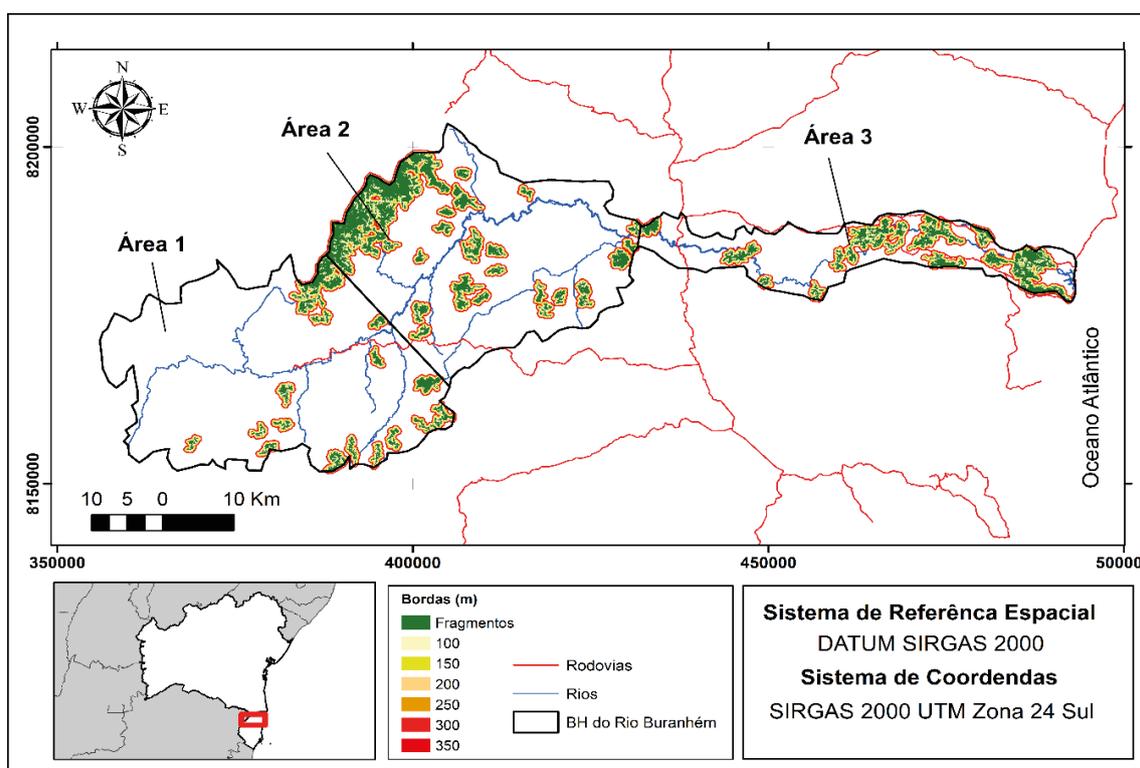
O processo de fragmentação florestal, na maioria dos casos são causados por atividades humanas que rompem a continuidade da paisagem, provocando mudanças tanto na estrutura quanto na composição da paisagem, assim como na biodiversidade. Em situações desse tipo, as populações isoladas tornam-se mais vulneráveis ao processo de extinção, ao passo em que existe a redução de recursos ecossistêmicos e a deterioração genética. Com o intuito de analisar as possibilidades de conectividade da paisagem, selecionou-se apenas os fragmentos que pertencem a classe menor que 100 ha a acima de 250 ha, totalizando 56 fragmentos. Dessa forma, realizou-se a expansão de bordas utilizando a ferramenta *buffer*. Para isso os seguintes tamanhos de borda foram utilizados: 100, 150, 200, 250, 300 e 350 metros.

Na análise do Gráfico 2 percebe-se que ao aumentar a borda em 100 metros, apenas 3 fragmentos nas três áreas se conectaram. Ao aumentar a expansão da borda em 350 metros na área 2 obteve-se 13 fragmentos conectados. Devido a menor quantidade de fragmentos na área 1, esta não apresentou muitas variações de conectividade, quando a borda foi expandida de 200 a 350 metros o número de conexões não oscilou consideravelmente.

Gráfico 2. Análise da conectividade dos fragmentos florestais que possuem o tamanho de 100 ha e superior a 250 há mapeados na BHRB.



Fonte: elaborado pelos autores.



Fonte: elaborado pelos autores.

Figura 4. Distribuição das bordas expandidas nas três áreas monitoradas na BHRB.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização das ferramentas de geoprocessamento, bem como a utilização dos sistemas de informação geográfico evidenciou o panorama de fragmentação florestal da bacia do rio Buranhém. Através do mapeamento foi possível localizar os fragmentos de remanescentes da mata atlântica e avaliar a sua forma, tamanho e estado de conservação. Evidenciou-se que a área 1 é a mais degradada, possuindo menos fragmentos florestais, na qual existe o predomínio das pastagens. Além disso, na análise percebeu-se que a bacia possui a maior parte de seus fragmentos menores que 3 ha, sendo esses pouco efetivos para suportar o efeito de borda. A presença do Parque Nacional do Alto da Cariri representa uma possível medida de recuperação florestal se os fragmentos vizinhos se conectarem à vegetação do parque, uma vez que os maiores índices de IC são de fragmentos presentes no parque, sendo um indicativo de comportamento de outros fragmentos florestais caso haja o planejamento ambiental.

No que concerne à conectividade, a bacia apresenta fragmentos superiores a 100 ha muito espaçados entre si, na qual mesmo expandindo a borda em 350 m, vários fragmentos ainda permaneceram isolados. Dessa forma, a BHRB necessita de ações de recuperação e planejamento ambiental com o intuito de proteger e aumentar os remanescentes da mata atlântica, para

que a haja a promoção da diversidade funcional dos fragmentos, como o aumento do fluxo gênico e diminuição dos efeitos negativos, como o fogo, mudanças microclimáticas e invasão de espécies exóticas. Sendo assim, o planejamento ambiental precisa contemplar a participação técnica, científica e social do comitê de bacias, atuando junto as ações de educação ambiental e no reconhecimento da vegetação enquanto um recurso essencial para a manutenção dos corpos hídricos da bacia.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, D. G.; GOMES, R. L.; MORAES, E. B. Bacia do rio Buranhém: análise integrada da paisagem. In: MORAES, E. B.; LORANDI, R. (orgs). **Métodos e técnicas de pesquisas em bacias hidrográficas**. Ilhéus, Bahia: Editus, 2016, 283p.
- BAHIA. **Lei nº 11.612 de 08 de outubro de 2009**. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Bahia, 2009. Disponível em: <<http://www.seia.ba.gov.br/legislacao-ambiental/leis/lei-n-11612-0>>. Acesso em: 07 de mar. de 2023.
- BLUMENFELD, E. C. *et al.* Relações entre tipo de vizinhança e efeitos de borda em fragmento florestal. **Ciência Florestal**, v. 26, p. 1301-1316, 2016.
- BRASIL. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Decreto de 11 de Junho de 2010**. Cria o Parque Nacional do Alto Cariri, no Município de Guaratinga, no Estado da Bahia, e dá outras providências. Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Dnn/Dnn12640.htm>. Acesso em: 26 de fev. 2024.
- CARVALHO, R. G. As bacias hidrográficas enquanto unidades de planejamento e zoneamento ambiental no Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. 1, n. 36, p. 26-43, 2014.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, 5ª ed. 2018.
- ETTO, T. L. *et al.* Ecologia da paisagem de remanescentes florestais na bacia hidrográfica do Ribeirão das Pedras - Campinas -SP. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 37, n. 6, p. 1063-1071, dez. 2013.
- FENGLER, F. H. *et al.* Environmental quality of forest fragments in Jundiá-Mirim river basin between 1972 and 2013. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 4, p. 402-408, abr. 2015.
- FORMAN, R.T.T.; GODRON, M. **Landscape ecology**. New York: Wiley & Sons Ed. 1986.
- LAURENCE, W. F.; BIRREGAARD, R. O. **Tropical forests remnants ecology, management and conservation of fragmented communities**. Chicago: Chicago University Press, 1997.
- METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? **Biota neotropica**, v. 1, p. 1-9, 2001.
- PINHEIRO, J. G. M.; MOREIRA, M. P. Interfaces for applying the water Quality index in analyses of the Buranhém river, Bahia. In: PANIAGUA, C. E. S. **Innovate: Engenharia Sanitária e Ambiental 3**. Ponta Grossa: Atena, 2023.
- POJAR, J. *et al.* Biodiversity planning and forest management at the landscape scale. In: Huff, M.H. *et al.* (Coords.). **Expanding horizons of forest ecosystem management**. Department of Agriculture. Portland: Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 1994. p. 55-70.
- RODRIGUES, P. J. F. P.; NASCIMENTO, M. T. Fragmentação florestal: breves considerações teóricas sobre efeitos de borda. **Rodriguésia**, v. 57, p. 67-74, 2006.
- SAMBUICHI, R. H. R. **Ecologia da vegetação arbórea de cabruca**: mata atlântica raleada utilizada para cultivo de cacau na região sul da Bahia. 2003. 156 f., il. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2003.
- SEABRA, V.; CRUZ, C. M. Mapeamento da dinâmica da cobertura e uso da terra na bacia hidrográfica do Rio São João, RJ. **Sociedade & Natureza**, v. 25, p. 411-426, 2013.
- SILVA, A. L. *et al.* Classificação de fragmentos florestais urbanos com base em métricas da paisagem. **Ciência Florestal**, v. 29, p. 1254-1269, 2019.
- SILVA, M. S. F.; SOUZA, R. M. Padrões espaciais de fragmentação florestal na FLONA do Ibura-Sergipe. **Mercator** (Fortaleza), v. 13, p. 121-137, 2014.
- TREVISAN, D. P.; MOSCHINI, L. E. Análise da conectividade dos fragmentos na bacia hidrográfica do Tietê-Jacaré. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 15, n. 2018, 2018.
- VIANA, W. R. C. C. **Fragmentação florestal e diversidade de habitats na bacia hidrográfica do rio Almada, sul da Bahia, Brasil**. 2011. 86 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, BA, 2011.
- VIANA, W. R. C. C.; MORAES, M. E. B. Bacia do rio Almada (Bahia): criação de cenários ambientais a partir do diagnóstico da fragmentação florestal. In: MORAES, M. E. B.; LORANDI, R. (orgs.). **Métodos e Técnicas de Pesquisa em Bacias Hidrográficas**. Ilhéus: Editus. 2016. p. 35 – 56.
- WILLETT, S. D. *et al.* Dynamic reorganization of river basins. **Science**, v. 343, n. 6175, p. 1248765, 2014.