

Ilhas ameaçadas com o desflorestamento: análise da fragmentação florestal da ilha de Cotijuba, Belém, Pará, Brasil

Islands threatened with deforestation: analysis of forest fragmentation on the Island of Cotijuba, Belém, Pará, Brazil

Elias Klelington da Silva¹  | Arlete Silva de Almeida^{II}  | Luana Helena Oliveira Monteiro Gama^I 

^IUniversidade Federal do Pará. Belém, Pará, Brasil

^{II}Museu Paraense Emílio Goeldi. Belém, Pará, Brasil

Resumo: A região insular de Belém, composta por 42 ilhas, perpassa por mudanças em sua paisagem, vinculadas principalmente pela ação antrópica. Destaca-se, nesse cenário, a fragmentação florestal, um processo contínuo na região amazônica e que é desencadeada principalmente pela ausência de políticas que garantam a conservação ambiental. Nesse sentido, o presente estudo tem como objetivo mapear e analisar o processo de fragmentação florestal da ilha de Cotijuba, Belém, Pará, empregando métodos consolidados para mensurar a perda de vegetação e analisar os pequenos fragmentos florestais que ainda podem servir de corredores ecológicos para a manutenção da biodiversidade. Foi utilizada imagem de satélite SENTINEL-2 produzida no ano de 2018, aplicando técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto e a aplicação das métricas de paisagem. Os resultados apontam que aproximadamente 50% da ilha encontram-se alterados, com áreas de florestas degradadas, secundárias e solo exposto. Nota-se que, apesar de possuir apenas 42,72% de fragmentos florestais preservados e 21,24% de florestas degradadas, a área de estudo possui condições favoráveis para a elaboração de um plano de manejo, com ações voltadas à criação de corredores ecológicos e ao desenvolvimento do ecoturismo.

Palavras-chave: Métricas de paisagem. Uso da terra. Ecoturismo.

Abstract: The island region of Belém, made up of 42 islands, is undergoing changes in its landscape that are connected mainly by anthropic action. In this scenario, forest fragmentation stands out, which is a continuous process in the Amazon region, triggered mainly by the absence of policies that guarantee environmental conservation. In this sense, the present study aims to map and analyze the forest fragmentation process of Cotijuba Island, Belém, Pará, Brazil, using consolidated methods to measure the loss of vegetation and analysis of small forest fragments, which can still serve as ecological corridors for maintaining biodiversity. Satellite image SENTINEL-2 from the year 2018 was used, applying geoprocessing and remote sensing techniques and the application of landscape metrics. The results show that approximately 50% of the island is altered, with areas of degraded, secondary forests and exposed soil. It should be noted that despite having only 42.9% preserved forest fragments and 21.24% degraded forests, the area of study has favorable conditions for the development of a management plan with actions aimed at creating ecological corridors and developing ecotourism.

Keywords: Landscape metrics. Land use. Ecotourism.

Silva, E. K., Almeida, A. S., & Monteiro Gama, L. H. O. (2021). Ilhas ameaçadas com o desflorestamento: análise da fragmentação florestal da ilha de Cotijuba, Belém, Pará, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, 16(2), 203-213. <http://doi.org/10.46357/bcnaturais.v16i2.467>.

Autor para correspondência: Elias Klelington da Silva. Tv. Dr Eneas Pinheiro, 368. Belém, PA, Brasil. CEP 66083-156. (klelington@gmail.com).

Recebido em 19/01/2021

Aprovado em 05/04/2021

Responsabilidade editorial: Priscila Sanjuan de Medeiros Sarmento



INTRODUÇÃO

O desmatamento tem estimulado o processo de fragmentação florestal, provocando mudanças na paisagem. Esse processo é resultado dos inúmeros usos e manejos da cobertura da terra ligados a atividades antrópicas, ocasionando perda de biodiversidade e criação de manchas florestais de inúmeros tamanhos, formando verdadeiros mosaicos na paisagem (Metzger & Simonetti, 2003).

A região amazônica, desde meados do século XX, apresenta usos da terra interligados ao progresso socioeconômico que desencadearam perdas significativas de áreas florestadas a partir da “ocupação e modernização do território” (Becker & Egler, 2006). O estado do Pará possui elevadas taxas de desmatamento ligadas principalmente à expansão das fronteiras agrícola, mineral e de rebanho bovino. Villela e Bueno (2017) apontam que as duas regiões que apresentaram maiores taxas de desmatamento no estado, no ano de 2014, foram as do sudeste paraense (53,24%) e do nordeste paraense (18,25%), sendo as ações ligadas à expansão da soja as principais desencadeadoras da perda de ambientes florestais nessas regiões.

A região insular do município de Belém, composta por 42 ilhas guajarinhas, está inserida no estuário amazônico e abrange uma área de 332,04 km². Sua paisagem é composta por ambientes terrestres e hídricos, com canais, lagos, igarapés, áreas de várzea e de terra firme. A fauna e flora possuem salutar importância ao seu equilíbrio ambiental, servindo também como fontes de subsistência à população local deste arquipélago (Nahum & Rocha, 2015). No entanto, em decorrência de inúmeros usos e ocupações da terra, apresenta estágios de fragmentação florestais significativos.

A Cartilha de Zoneamento Econômico e Ecológico das ilhas de Belém (Nahum & Rocha, 2015) aponta que as ilhas de Mosqueiro e Cotijuba tiveram 36% e 40%, respectivamente, de suas florestas substituídas por atividades agropecuárias e usos urbanos. Não obstante, vale destacar que o avanço do desmatamento neste arquipélago

não se apresenta de forma homogênea, pois suas ilhas não são constituídas pelas mesmas dinâmicas físicas e sociais. As ilhas do Cumbu e das Onças, por exemplo, apresentam 96% e 94% de suas áreas verdes preservadas.

A ilha de Cotijuba, área de estudo da presente pesquisa, apresentou nos últimos decênios um processo de perdas de áreas verdes significativas, principalmente por ações ligadas a atividades turísticas a partir da década de 90 (Bello & Hüffner, 2014). Neste entendimento, alternativas são projetadas e aplicadas, com o intuito de mitigar esses problemas, como a implementação do ecoturismo e corredores ecológicos, que podem estimular a conservação do meio ambiente e auxiliar na geração de fonte de renda para a comunidade local.

Partindo dessa premissa, o presente estudo tem como objetivo mapear e analisar o processo de fragmentação florestal da ilha de Cotijuba, Belém, Pará, a fim de verificar se essas áreas estão aptas a servirem de corredores ecológicos e também para a aplicação de boas práticas de turismo de natureza.

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

A ilha de Cotijuba corresponde à terceira maior ilha em dimensão territorial do arquipélago belenense, possuindo área de 16 km² e aproximadamente 10 mil habitantes (Nahum & Rocha, 2015; Borges, 2014). É circundada pela baía do Marajó a oeste, baía de Santo Antônio a norte e furo do Mamão a leste e sul. Localizada nas coordenadas 1° 15' 30" S e 48° 33' 30" W, pertence ao Distrito Administrativo de Outeiro (DAOOUT), do município de Belém, estando subdividida em duas macrozonas, a saber: Macrozona do Ambiente Urbano (MZAU), situada nas zonas oeste e sul, e Macrozona do Ambiente Natural (MZAN), situada na zona norte e leste da ilha (Lei n. 8.655, de 13 de janeiro de 2008). O nome da ilha tem origem no Tupi-Guarani, significando trilha dourada, o que remete à coloração do seu solo arenoso. Possui nove praias: Farol, Saudade,

Amor, Praia Funda, Fleixeira, Vai Quem Quer, Pedra Branca, Poção e Fazendinha (Figura 1). A Tabela 1 apresenta algumas características das diferentes localidades na ilha.

Quanto à infraestrutura, a ilha de Cotijuba possui iluminação em poucas ruas e o abastecimento de água é obtido por meio de uma caixa d'água ou através de poços artesanais com rasa captação; os serviços sanitários são inexistentes (Nahum & Rocha, 2015). O acesso ocorre por via fluvial, a partir do trapiche do distrito de Icoaraci, localizado no município de Belém. De acordo com a lei municipal 7.768/95, de 02 de outubro de 1995, é vedada a circulação de veículos automotores na ilha, exceto os que prestem serviços de saúde, proteção policial e de produção e escoamento agrícola.

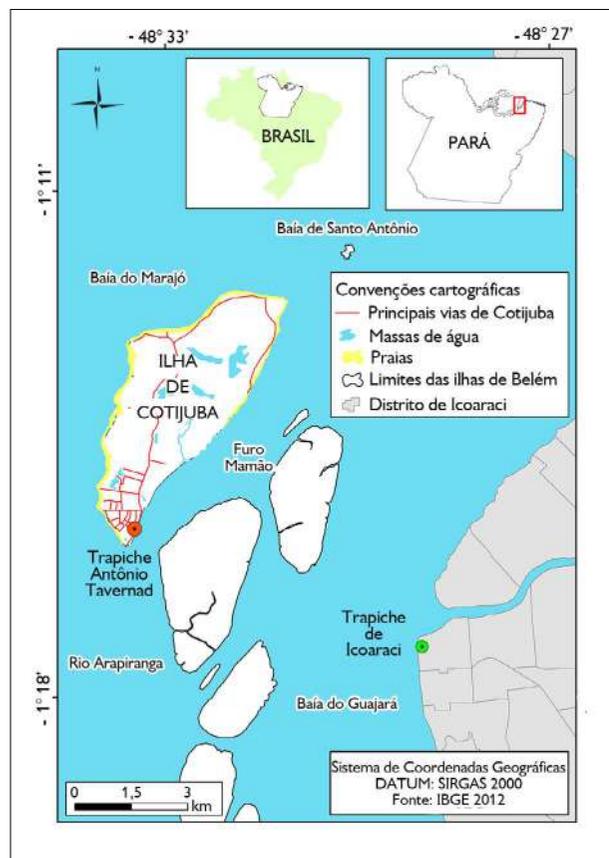


Figura 1. Cotijuba, Belém, Pará: localização em relação às ilhas e ao trapiche de Icoaraci, Belém, Pará, 2020. Mapa: elaborado pelos autores (2020).

O trabalho de campo foi realizado objetivando o reconhecimento e a validação do mapeamento da cobertura vegetal e do uso da terra, assim como foram feitas observações das condições ambientais das praias. A execução dessa etapa contou com um Sistema de Posicionamento Global (GPS), para coleta de pontos das trilhas percorridas, câmera fotográfica, para registros das classes de uso e cobertura identificadas, planilha de campo, para coleta de informações, e um drone DJI Phantom 4 Pro, para fazer levantamento aéreo de locais de difícil acesso.

PROCEDIMENTOS DIGITAIS

Utilizou-se a imagem Sentinel-2 do dia 15/06/2018 ortorretificada, adquirida no banco de dados da USGS (2019), resolução espacial de 10 m, combinação de bandas RGB (4,3,2). A partir do polígono da ilha de Cotijuba, que se encontra na base municipal de Belém (IBGE, 2012), foi realizado o recorte da imagem de satélite Sentinel-2 e fez-se a mudança no sistema de coordenadas para SIRGAS 2000/Zona 22S.

Dois processamentos foram realizados para classificação, sendo a classificação não supervisionada e a classificação supervisionada adquiridas através do algoritmo Máximo Verossimilhança (*MaxVer*). Na classificação não supervisionada, adotou-se o mínimo de cinco classes e máximo de dez, com cinco interações, utilizando o algoritmo ISODATA. A partir disso, fez-se a combinação de classes, interpolando os pixels com mesma resposta espectral (Almeida & Vieira, 2014). Este processamento serviu para uma primeira leitura das classes de usos da terra e cobertura vegetal.

Em seguida, foi realizada a classificação supervisionada através do algoritmo *MaxVer*, que se baseia nas informações obtidas no trabalho de campo para a identificação das classes mapeadas. Nery et al. (2013) destacam esse método como o mais indicado para classificação supervisionada. Para as classes que apresentaram respostas ambíguas, foi utilizada a extensão *Classedit*.

Tabela 1. Principais características das praias e dos locais com maior frequência de turistas e moradores na ilha de Cotijuba, Belém, Pará, 2020.

Pontos	Características
Praia do Vai Quem Quer	Turismo consolidado, infraestrutura de apoio ao turismo, áreas com baixa presença de resíduo sólido. Indicativo de erosão na encosta da praia
Praia da Flexeira	Praia isolada, presença limitada de áreas comerciais. Sem presença visível de resíduo sólido. Uma das atividades realizadas neste local é a pesca
Pedra Branca	Acesso difícil devido à falta de infraestrutura. Apresenta fragmentos florestais e elevado índice erosivo
Praia do Poço	Áreas alagadas, com presença de agricultura de subsistência ligada à piscicultura. Grande volume de resíduos sólidos
Praia Fazendinha	Acesso limitado, restrito a moradores dessa comunidade
Praia Funda	Presença de comércio voltado para o turismo. O processo erosivo é evidenciado ao longo da praia
Praia da Saudade	Atividade econômica voltada ao turismo e à pesca. Presença moderada de resíduo sólido
Praias do Amor e Farol	Atividade econômica fortemente voltada ao turismo. Presença moderada de resíduo sólido nas praias
Trapiche	Área urbana consolidada, com presença de vias pavimentadas. Atividade econômica fortemente voltada para o turismo, com presença acentuada de resíduos sólidos, geralmente depositados às margens do furo do Mamão. Os meios de transporte que ficam à disposição dos turistas e moradores são moto-charretes, motocicletas, bicicletas e animais de tração (cavalo)

A validação da qualidade da classificação contou com uma matriz de erro, obtida pelo cruzamento dos dados de campo com informações do mapa de classificação, que gerou o índice de Kappa (Tabela 2). Este índice apresenta valores de 0 a 1 para informar a veracidade do mapeamento. Quanto mais o resultado se aproxima de 1, melhor a qualidade da classificação (Hudson & Ramm, 1987). Os procedimentos foram realizados no programa ENVI, versão 5.1.

PROCEDIMENTOS DAS MÉTRICAS DE PAISAGEM

Para Gomes Rocha (2001), a quantificação da paisagem através de métricas desta natureza é analisada em três níveis: resolução individual das manchas, escala das classes de manchas e escala da paisagem como um todo. Farina (2000) especifica que algumas métricas quantificam a composição, representando a variedade e a abundância de fragmentos, e outras quantificam a configuração, estando relacionadas à forma e à posição dos elementos na paisagem.

Neste entendimento, a análise da estrutura da paisagem da ilha de Cotijuba foi direcionada pelo nível da resolução individual das manchas, ou seja, os polígonos

dos fragmentos de floresta ombrófila densa (floresta primária) foram extraídos do mapa de cobertura vegetal e uso da terra.

Gerado o arquivo vetorial de floresta primária, foi aplicada a extensão *Partch Analys* do programa ArcGis, versão 10.1, que calculou as métricas: área total da mancha (CA), maior fragmento da classe (LPI), perímetro da borda (TE), densidade de bordas (ED), área total da paisagem, a partir da soma de todas as manchas (TLA), indicador médio de forma (MSI) e dimensão média da mancha (MPFD). A especificação de cada uma dessas métricas pode ser observada na Tabela 3.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

CLASSES DE USO E COBERTURA DA TERRA

Foram extraídas seis classes de uso e cobertura da terra (Figura 2), a saber: floresta primária, floresta degradada, floresta secundária, solo exposto, praias e lagos (Tabela 4). A classificação, de acordo com o Índice Kappa correspondeu a 0.96, com um desempenho satisfatório. O resultado reflete número suficiente de amostras utilizadas para a classificação.

A floresta primária (ombrófila densa) ocupa cerca de 42% da área de estudo, com prevalência nas áreas a norte e leste de Cotijuba. Esse tipo de vegetação possui características que estão diretamente ligadas a fatores climáticos tropicais, com elevadas temperaturas e altas precipitações (IBGE, 2012). Em pesquisa realizada por Almeida (2015) na mesorregião do nordeste paraense, especificamente no município de Moju, foi constatado que a floresta primária alcançou valores próximos a 30%, o que caracteriza perda de cobertura em patamares críticos para a prestação de serviços ambientais e manutenção da biodiversidade. Mesmo com valores de 42,74% de floresta primária na ilha de Cotijuba, há uma preocupação, visto que é uma ilha de 16 km² e mais da metade da floresta original já foi comprometida, não havendo plano para

a conservação. Bello e Hüffner (2014) apontam que as principais causas para a perda da cobertura vegetal da ilha correspondem a: (a) falta de atuação do governo no combate ao desmatamento; (b) forte influência do turismo; (c) desvalorização da terra com ocupação em áreas verdes; (d) falta de fiscalização referente às ações que promovam a educação ambiental e a preservação local.

A floresta degradada está presente em 21,24% de área e é caracterizada pela exploração seletiva de árvores que possuem valor comercial, bem como pela exploração do solo para a retirada de areia para a indústria de construção civil. Para Lamb & Gilmour (2003), a floresta degradada é aquela que sofre processos que alteram sua paisagem, como as queimadas, que ocasionam danos à cobertura florestal, afetando suas estruturas e funções. G. Guerra (2015)

Tabela 2. Valores e qualidade do índice Kappa. Fonte: Hudson & Ramm (1987).

Kappa	Qualidade
< 0,00	Péssima
0,00-0,20	Ruim
0,21-0,40	Razoável
0,41-0,60	Boa
0,61-0,80	Muito boa
0,81-1,00	Excelente

Tabela 3. Métrica da estrutura de paisagem de área, borda e forma. Fonte: adaptado de Mcgarigal & Marks (1995).

Categoria	Abreviatura	Significado	Unidade	Fórmula
Área	CA	Soma das áreas dos fragmentos de cada classe	m ² ou ha	
	LPI	Porcentagem ocupada pelo maior fragmento da classe	%	
Bordas	TE	Soma de todas as bordas da classe – equivale ao somatório dos perímetros	M	
	ED	Densidade de bordas com relação à área da classe ou paisagem – TE dividido pela área total. Maior valor implica maior efeito de borda	m/m ²	TE/TLA
Forma	MSI	É a soma de TE dividida pelo quadrado de CA. Quanto mais próximo de 1 for o valor, mais parecida a forma da mancha é com um círculo	m ²	TE/CA ²
	MPFD	Expressa a complexidade de forma da mancha, sendo que valores próximos de 1 representam perímetros simples e valores próximos de 2 indicam perímetros complexos, baseados na forma	m ²	



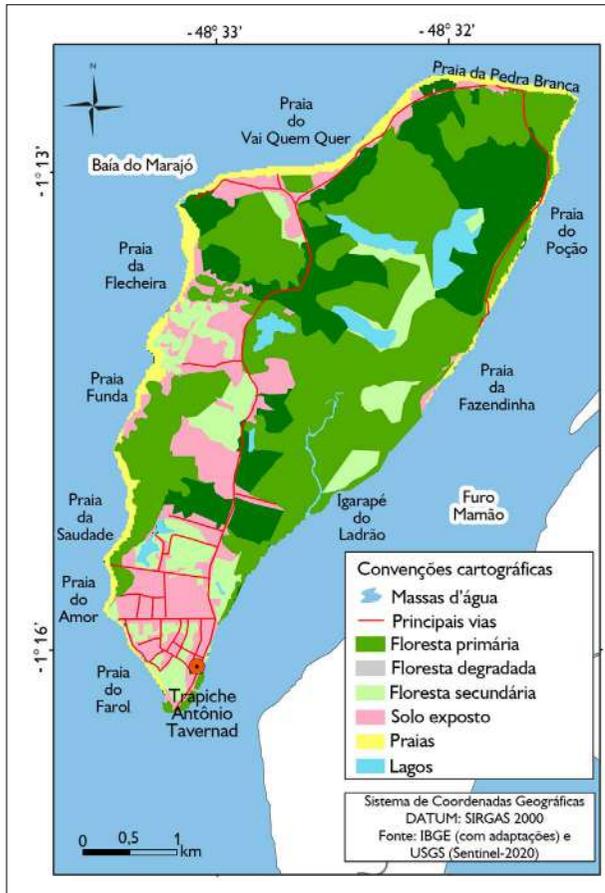


Figura 2. Cotijuba, Belém, Pará: classes de uso e cobertura da terra em relação ao ano de 2020. Mapa: elaborado pelos autores (2020).

alude que os indicadores de desmatamento na ilha estão relacionados à retirada da madeira voltada às atividades extrativistas, acarretando perda da biodiversidade no local e comprometendo as questões ambientais da região.

A floresta secundária ocupa 9,26% da área e surge após a floresta primária ter sofrido corte raso, por exemplo. Após o abandono, estas áreas passam a ter formação de bosques, chegando, com o passar dos anos, a apresentar funções relevantes no ambiente, auxiliando na manutenção da biodiversidade e fertilidade do solo (IBGE, 2012). No estado do Pará, é marcante a substituição de floresta primária por pastagens plantadas e cultivos agrícolas, o que tem levado ao surgimento de

florestas secundárias em áreas abandonadas (Vieira & Gardner, 2012).

Já o solo exposto apresentou cerca de 16,29%, o que equivale a 2,61 km² de áreas ocupadas, em sua maioria, pela urbanização ou por atividades de produção agrícola de ciclo curto. Na ilha de Cotijuba, a atividade agrícola é encontrada principalmente nas comunidades Flecheira e Praia Funda, e supre o comércio de Cotijuba e do distrito de Icoaraci, em Belém, Pará.

Devido às praias, que são um atrativo para a ilha, uma das atividades mais intensas nos últimos decênios corresponde a atividades turísticas, principalmente em altas temporadas, como nos meses de janeiro e julho. A classe de praias corresponde a 6,25% da área e constitui-se em corpos arenosos de formações estuarinas, cuja origem depende de fatores locais, como ações físicas (influência de correntes de maré, alteração da linha de costa) e antrópicas. Segundo França & Souza Filho (2006), as praias estuarinas apresentam mudanças mais lentas quando comparadas às praias oceânicas, esse fato se dá em virtude de sofrerem mudanças locais capeadas pelo estuário. Das nove praias existentes na ilha, duas não apresentam atividades turísticas evidentes, Poção e Fazendinha.

A classe dos lagos está presente em 4,23% de área, que equivale a 0,68 km². São lagos que periodicamente são inundados no inverno e no período seco sofrem assoreamento, com dominância de gramíneas (Borges, 2014). Ocorrem em área com depressões no solo (A. Guerra, 1987), sendo encontrados nas comunidades Farol Velho, Vai Quem Quer e vila do Poção. Segundo o IBGE (2013), o uso da terra corresponde a uma série de operações desenvolvidas pelo homem, com o objetivo de obter produtos e benefícios através do consumo dos recursos da terra, com enfoque socioeconômico e ambiental. A forma pela qual a cobertura da terra de um determinado ambiente é utilizada pode indicar o grau de degradação que um dado uso pode estar acarretando. Com isso, esta classificação pode demonstrar a atuação de distintos agentes e de variados interesses socioeconômicos.

Quando considerados os fragmentos pequenos (≤ 5 ha), foi observado que o tamanho varia entre 1 a 5 ha, aproximadamente, com densidade de borda (ED) de 0,0001 (fragmento 5) e 0,0002 (fragmento 12) m/m^2 . Estes fragmentos menores apresentam o indicador médio de forma de 1,18 e 2,29, respectivamente, e média complexidade de forma (MPFD) de 1,25 e 1,39 (Tabela 5). Riboldi et al. (2017) destacam que, quanto mais um valor de MPFD se aproxima de 1, menor será a complexidade e, quanto mais os valores forem próximos de 2, maior será a complexidade do perímetro.

Observa-se que os fragmentos médios ($5 \leq 50$) estão distribuídos nas comunidades Vai Quem Quer, Flecheira, Pedra Branca e vila do Poção. Vale ressaltar que a comunidade Pedra Branca é a que possui 68,35 ha do total dos fragmentos médios, onde os dois fragmentos situados nesta área apresentam densidade de borda (ED) de 0,0004 e 0,0006 m/m^2 , respectivamente (Tabela 5).

Os quatro grandes fragmentos (maiores ou iguais a 50 ha) analisados variam entre 60,02 a 289,39 ha,

somando 480,31 ha nesta categoria. O maior fragmento da paisagem presente em Cotijuba possui 289,39 ha, o que equivale a 42,37% do total de fragmentos, estando localizado na parte central da ilha, entre as comunidades Vai Quem Quer, Praia Funda e vila do Poção. Vale ressaltar que este apresenta maior irregularidade de sua forma (MSI 4,33) e elevada complexidade em seu entorno (MPFD - 1,36) (Tabela 5). Esta grande mancha situa-se em maior quantidade na vila do Poção, onde estão localizadas as praias Poção e Fazendinha, os lagos e o igarapé do Ladrão.

A análise do perímetro de borda (TE) se faz necessária no entendimento da vulnerabilidade de cada fragmento, pois, quanto menor o perímetro desse fragmento, mais o núcleo vai estar exposto, o que o torna suscetível à perda da biodiversidade (Riboldi et al., 2017). Autores comungam da ideia de que o efeito de borda exerce grande influência na qualidade ambiental do fragmento por afetar fatores bióticos e abióticos da estrutura da paisagem (Harper et al., 2005; Hardwick et al., 2015; Laurance et al., 2017).

Tabela 5. Métricas de paisagem da ilha de Cotijuba, Belém, Pará.

Fragmento	Métrica de forma		Métrica de borda		Métrica de tamanho	
	CA (ha)	LPI (%)	TE (m)	ED (m/m^2)	MSI	MPFD
1	22,76	3,33	3.083,14	0,0004	1,83	1,30
2	45,59	6,67	4.298,37	0,0006	1,80	1,28
3	100,67	14,73	6.821,36	0,0010	1,92	1,27
4	60,02	8,78	4.109,94	0,0006	1,49	1,25
5	4,72	0,69	906,39	0,0001	1,18	1,26
6	10,52	1,54	3.473,62	0,0005	3,03	1,41
7	33,57	4,91	3.256,23	0,0004	1,59	1,27
8	96,51	14,13	9.106,00	0,0013	2,62	1,32
9	6,97	1,02	2.397,33	0,0003	2,57	1,39
10	289,39	42,37	26142	0,0040	4,33	1,36
11	9,30	1,36	1.281,11	0,0001	1,19	1,25
12	3,75	0,54	1.570,13	0,0002	2,29	1,39



Em Cotijuba, a mancha de maior área (289,39 ha) apresenta a densidade de borda mais elevada (0,040). No entanto, vale ressaltar que, quanto maior a densidade da borda, maior é a tendência de uma classe apresentar maior número de manchas, acarretando efeitos de bordas danosos, aumento este que expõe essa paisagem a degradações (M. Pereira et al., 2007). Almeida et al. (2020) destacaram a relação inversamente proporcional entre a diminuição do tamanho dos fragmentos e o aumento da densidade de manchas, causando o isolamento das florestas e, em consequência disso, alto grau de degradação ambiental.

As manchas menores dos remanescentes florestais estão próximas às áreas com maior atividade turística, apontando que possivelmente essas áreas foram desmatadas para atender a essa dinâmica, ou seja, dependendo da abrangência dessa intervenção, o ambiente tornar-se-á suscetível a danos ambientais. Rodrigues & Nascimento (2006) entendem que a transformação da paisagem gera nichos de vários tamanhos, apresentando-se como um arquipélago de florestas.

No extremo norte da ilha, está localizada a comunidade Pedra Branca, que abriga dois dos fragmentos médios e apresenta um intenso processo de erosão, desencadeado pela perda de árvores para extração de madeira, além da prática de retirada de rochas e areia destinada à construção civil. A ocupação desordenada, assim como atividades de extração mineral sem o manejo adequado, está afetando a qualidade ambiental da ilha, visto que essas atividades foram construídas em áreas florestadas. A ocupação desordenada e a falta de medidas regulatórias por parte do poder público levam à escassez de gestão do território, tanto na escala estadual quanto, principalmente, na escala municipal.

Dessa forma, o ecoturismo é uma das alternativas à conservação do meio ambiente na ilha, pois entende que o ambiente não deve ser transformado para atender às expectativas dos visitantes, ou seja, o ambiente deve ser preparado para a experiência da visitação (Ferreira, 2002).

Ademais, os fragmentos florestais analisados apresentaram potencial para formar corredores ecológicos,

visto que o comprometimento das unidades, ou manchas inseridas na paisagem, ocorre quanto menor for o tamanho do fragmento florestal. Assim, os corredores ecológicos, em consonância com ecoturismo, podem ser utilizados como bases para o planejamento em busca de soluções aos problemas ambientais, incentivando a sustentabilidade dos recursos naturais e a conservação da fauna e da flora, a partir da participação sustentável da população local.

CONCLUSÕES

A ocupação da ilha de Cotijuba é uma válvula de escape para a expansão do grande centro urbano, povoada sem a mínima infraestrutura, seja econômica, social ou política. O aumento populacional na ilha acaba por pressionar os ambientes florestais, no sentido de a floresta se tornar uma fonte de renda familiar.

As métricas de paisagem possibilitaram a compreensão da dinâmica dos remanescentes florestais, ao demonstrarem que o processo de fragmentação foi desencadeado a partir da intensificação do uso da terra para atender uma dinâmica turística, em virtude dos menores fragmentos estarem localizados próximos às praias mais frequentadas pelos turistas. Por outro lado, a mancha de maior extensão localiza-se ao leste da ilha, indicando que a preservação local ocorre quanto mais difícil for o acesso à área, já que as praias presentes neste setor não possuem fluxo turístico.

Não obstante, é importante destacar que, próximo aos ambientes menos frequentados por turistas, ocorre intensa exploração florestal, acarretando grandes manchas de florestas degradadas. Dessa forma, ecoturismo, em consonância com os corredores ecológicos, é uma alternativa quanto à proteção dos ambientes, na medida em que ambos se utilizam dos recursos naturais e culturais de determinada área, de forma racional, além de promover o bem-estar da população local e o respeito à natureza, através do contato com o meio ambiente natural.

Nesse sentido, a partir da concepção ecoturística, visando preservar a cultura de Cotijuba, propõe-se que

o município deva promover planejamentos e projetos, a exemplo do roteiro Geo-Turístico de Belém, que estimule a visitação turística, apresentando o processo de formação histórico e cultural. Tais medidas promoverão a geração de emprego e renda à população local.

Outra questão aqui exposta é a criação dos corredores ecológicos, para restabelecer o contato entre as remanescentes florestais existentes na ilha, assim como a recuperação das áreas identificadas como florestas degradadas. Esse procedimento possibilitará a formação de uma grande mancha florestal.

Conclui-se que essas ações só serão possíveis a partir da efetivação de uma política conjunta entre os órgãos estaduais e municipais, no sentido de ser produzido um plano de manejo, entre outras ações necessárias para que a ilha seja constituída verdadeiramente como uma Área de Proteção Ambiental (APA).

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO), da Universidade Federal do Pará (UFPA), e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de mestrado a E. K. L. R. Silva, e ao professor C. J. G. Gama Júnior, pela tradução literal do resumo em língua inglesa.

REFERÊNCIAS

- Almeida, A. S., & Vieira, I. C. G. (2014). Conflitos no uso da terra em Áreas de Preservação Permanente em um polo de produção de biodiesel no Estado do Pará. *Revista Ambiente & Água*, 9(3), 477-487. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1410>
- Almeida, A. S. (2015). *Mudanças de uso da terra em paisagens agrícolas com palma de óleo (Elaeis guineensis Jacq.) e implicações para a biodiversidade arbórea na Amazônia Oriental* [Tese de doutorado, Universidade Federal do Pará/Museu Paraense Emílio Goeldi/ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Belém].
- Almeida, A. S., Vieira, I. C. G., & Ferraz, S. F. (2020). Long-term assessment of oil palm expansion and landscape change in the eastern Brazilian Amazon. *Land Use Policy*, 90, 104321. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104321>
- Becker, B. K., & Egler, C. (2006). *Brasil: uma nova potência regional na economiamundo* (5 ed.). Bertrand Brasil.
- Bello, L., & Hüffner, J. (2014). Análise dos impactos ambientais da expansão urbana na ilha de Cotijuba, Belém-Pa. *Caminhos de Geografia*, 13(44), 286-298. <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/16723>
- Borges, A. D. (2014). *Diagnóstico da geodiversidade da Ilha de Cotijuba: contribuições para a análise de implantação de infraestrutura e geoturismo* [Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Pará, Belém].
- Farina, A. (2000). *Principles and methods in landscape ecology*. Kluwer Academic Publishers.
- Ferreira, L. F. (2002). *Ecoturismo: visitar para conservar e desenvolver a Amazônia*. MMA-SCA.
- França, C. F., & Souza Filho, P. W. M. E. (2006). Compartimentação morfológica da margem leste da ilha de Marajó: zona costeira dos municípios de Soure e Salvaterra, estado do Pará. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 7(1), 33-42. <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v7i1.58>
- Guerra, A. T. (1987). *Dicionário geológico-geomorfológico* (7 ed.). IBGE.
- Guerra, G. A. D. (2015). Eidorfe Moreira e o aspecto insular de Belém. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas*, 10(3), 583-589. <https://doi.org/10.1590/1981-81222015000300004>
- Gomes Rocha, J. (2011). *Modelagem de conhecimento e métricas de paisagem para identificar e analisar padrões espaciais em ambiente de caatinga* [Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife].
- Hardwick, S. R., Toumi, R., Pfeifer, M., Turner, E. C., Nilus, R., & Ewers, R. M. (2015). The relationship between leaf area index and microclimate in tropical forest and oil palm plantation: Forest disturbance drives changes in microclimate. *Agricultural And Forest Meteorology*, 201, 187-195. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agrformet.2014.11.010>
- Harper, K. A., Macdonald, S. E., Burton, P. J., Chen, J., Brosofske, K. D., . . . & Esseen, P.-A. (2005). Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes. *Conservation Biology*, 19(3), 768-782. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00045.x>
- Hudson, W. D., & Ramm, C. W. (1987). Correct formulation of the kappa coefficient of agreement. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 53(4), 421-422.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2012). *Manual técnico da vegetação brasileira*. IBGE.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2013). *Manual técnico de uso da terra* (3 ed.) (Manuais Técnicos em Geociências, 7). Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão/IBGE.

- Lamb, D., & Gilmour, D. (2003). *Rehabilitation and restoration of degraded forests* (Issues in Forest Conservation). IUCN. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/FR-IS-005.pdf>
- Laurance, W. F., Camargo, J. L. C., Fearnside, P. M., Lovejoy, T. E., Williamson, G. B., . . . & Laurance, S. G. W. (2017). An Amazonian rainforest and its fragments as a laboratory of global change. *Biological Reviews*, 93(1), 223-247. <https://doi.org/10.1111/brv.12343>
- Lei nº 7.768 (1995, outubro 2). Estabelece normas quanto a circulação de veículos motorizados na ilha de Cotijuba e dá outras providências. <https://cm-belem.jusbrasil.com.br/legislacao/582199/lei-7768-95>
- Lei n. 8.655 (2008, janeiro 13). Dispõe sobre o Plano Diretor do Município de Belém e dá outras providências. <https://leismunicipais.com.br/a/pa/b/belem/lei-ordinaria/2008/865/8655/lei-ordinaria-n-8655-2008-dispoe-sobre-o-plano-diretor-do-municipio-de-belem-e-da-outras-providencias>
- Mcgarigal, K & Marks, B. J. (1995) Fragstats: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. *Portland, OR: US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station*. (351), 122. https://www.fs.fed.us/pnw/pubs/gr_351.pdf.
- Metzger, J. P., & Simonetti, C. (2003). *Conservação da biodiversidade em paisagens fragmentadas do Planalto Atlântico de São Paulo* [Relatório técnico de pesquisa, processo nº 99/05123-4, anexo 1]. FAPESP.
- Nahum, V. J. I., & Rocha, D. P. N. (2015). *Zoneamento econômico e ambiental das ilhas do entorno de Belém* [Cartilha].
- Nery, C. V. M., Fernandes, F. H. S., Moreira, A. A., & Braga, F. L. (2013). Avaliação das técnicas de classificação Maxver, Maxver-ICM e Distância Mínima Euclidiana de acordo com Índice Kappa. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 6(2), 320-328.
- Pereira, J. L. G., Batista, G. T., Thalês, M. C., Roberts, D. A., & Venturieri, A. (2001). Métricas da paisagem na caracterização da evolução da ocupação da Amazônia. *Geografia*, 26(1), 59-90. <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/view/1907>
- Pereira, M. A. S., Neves, N. A. G. S., & Figueiredo, D. F. C. (2007). Considerações sobre a fragmentação territorial e as redes de corredores ecológicos. *Geografia*, 16(2), 5-24. <https://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/5492/0>
- Riboldi, L. C. O., Récio, L. V., Malfetoni, I. J., Ferreira, J. H. D., & Couto, E. V. (2017). Análise das métricas de ecologia de paisagem em fragmentos florestais no município de Salgado Filho/PR. *Revista de Geografia, Meio Ambiente e Ensino*, 8(3), 177-185. <http://www.fecilcam.br/revista/index.php/geomae/article/view/1756>
- Rodrigues, P. J. F. P., & Nascimento, M. T. (2006). Fragmentação florestal: breves considerações teóricas sobre efeitos de borda. *Rodriguésia*, 57(1), 67-74. <https://doi.org/10.1590/2175-7860200657105>
- U.S. Geological Survey (USGS). (2019). *Imagem de Satélite Sentinel-2*. https://www.usgs.gov/centers/eros/science/usgs-eros-archive-sentinel-2?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects
- Vieira, I. C. G., & Gardner, T. (2012). Florestas secundárias tropicais: ecologia e importância em paisagens antrópicas. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, 7(3), 191-194. [http://editora.museu-goeldi.br/bn/introdu/cn_2012/cn_v7n3/introducao_florestas\(vieira\).pdf](http://editora.museu-goeldi.br/bn/introdu/cn_2012/cn_v7n3/introducao_florestas(vieira).pdf)
- Villela, R., & Bueno, R. S. (2017). A expansão do desmatamento no estado do Pará: população, dinâmicas territoriais e escalas de análise. *Anais do Congresso de la Asociación Latinoamericana de Población e Encontro Nacional de Estudos Populacionais*, ABEP, Foz do Iguaçu. <http://www.abep.org.br/xxencontro/files/paper/614-308.pdf>

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

E. K. Silva contribuiu com análise formal, aquisição de financiamento, conceituação, curadoria de dados, escrita (rascunho original), investigação, recursos e elaboração dos produtos cartográficos; A. S. Almeida com administração de projeto, metodologia, visualização e supervisão; e L. H. O. M. Gama com escrita (revisão e edição) e validação.