

## Impactos Da Usina Hidrelétrica De Belo Monte Com Utilização Geotecnologica Para Estudo Da Fragmentação Florestal

### *Impacts Of The Belo Monte Hydroelectric Power Plant Using Ge-Otechnology To Study Forest Fragmentation*

Fernanda Santos Ferreira<sup>1</sup>, Sayara Beatriz dos Santos Silva<sup>1</sup>, Thaila Maiury Nunes Leme<sup>1</sup>, Valdeanne da Silva Pinto<sup>1</sup>, Arandi Diego Dallarosa<sup>1</sup>, Evandro Ferreira da Silva<sup>2</sup>

#### RESUMO

O objetivo foi avaliar a mudança da fragmentação florestal entre os anos de 2010 e 2022 na área de influência direta da Usina Hidrelétrica de Belo Monte. A classificação do Uso e Cobertura da Terra para a análise da fragmentação florestal foram obtidas pelo Projeto de Mapeamento Anual da Coberta e Uso do Solo no Brasil (MAPBIOMAS) Coleção 9. O processamento das imagens de satélites (raster) foi executado no software QGIS Desktop versão 3.34.5. Foram exportadas duas classes de floresta (Formação florestal e Floresta alagável) e calculado sua área. Os fragmentos foram divididos em classes de tamanhos, sendo elas: fragmentos Muito Pequeno (< 5 ha), Pequeno (5-50 ha), Médio (50-500 ha), Grande (500-1.000 ha) e Muito Grande (1.000-31.000 ha). As métricas calculadas pelo software Fragstats 4.2. Foram: área; densidade, tamanho; borda (distância de 70 m); forma e área central. Nos resultados foram encontrados 4.174,00 fragmentos no ano de 2010 e 5.596,00 em 2022 com tamanhos e formas diversas, os fragmentos menores sofreram maior efeito de borda nos dois anos estudados. Com a implementação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, houve um aumento de 34,07% no número de fragmentos florestais na sua área de influência no ano de 2010 para o ano 2022.

**Palavras-chave:** Métricas de paisagem. Ecologia de paisagem. Dinâmica da paisagem.

#### ABSTRACT

The objective was to assess the change in forest fragmentation between the years 2010 and 2022 in the influence area of the Belo Monte Hydroelectric Plant. Satellite images for the analysis of forest fragmentation were obtained from the Annual Mapping Project of Land Cover and Land Use in Brazil (MAPBIOMAS) collection 8. The processing of satellite (raster) images was carried out using QGIS Desktop version 3.34.5. Two forest classes (Forest Formation and Floodable Forest) were ex-ported and their areas were calculated. Fragments were divided into size classes: Very Small (< 5 ha), Small (5-50 ha), Medium (50-500 ha), Large (500-1.000 ha), and Very Large (1.000-31.000 ha). The metrics calculated using Fragstats 4.2 were: area, density, size, edge (70 m distance), shape, and core area. In the results, 4,174.00 fragments were found in 2010 and 5,596.00 in 2022 with different sizes and shapes, the smaller fragments suffered a greater edge effect in the two years studied. With the implementation of the Belo Monte Hydroelectric Plant, there was a 34.07% increase in the number of forest fragments in its area of influence from 2010 to 2022.

**Keywords:** Landscape metrics. Landscape ecology. Fragments.

<sup>1</sup> Discente de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Pará, Altamira, Pará, Brasil.

\*E-mail: fernandaferreiraatm02@gmail.com

<sup>2</sup> Docente da Universidade Federal do Pará, Altamira, Brasil.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui 219 Usinas Hidrelétricas de grande porte em operação, 425 pequenas centrais hidrelétricas (PCHs) e 739 centrais geradoras hidrelétricas (CGHs) (ANEEL, 2024). No estado do Pará, está localizada as duas usinas hidrelétricas mais importantes do país, a Usina de Tucuruí e Altamira/São Félix do Xingú que juntas, totalizam um potencial energético de 97,6% em todo o Estado (NOGUCHI, 2019). A alocação dessas Usinas é de interesse político, abordando o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) a fim de promover a infraestrutura e o desenvolvimento econômico do município, através da busca do potencial hídrico amazônico (MARINHO et al., 2019).

Apesar do grande potencial energético das Usinas Hidrelétricas, estas implantações podem gerar grandes impactos na paisagem e no entorno da região de instalação, gerando uma rápida degradação ambiental (COELHO; PEREIRA, 2010). Além disso, a substituição do uso da terra ocasiona os fragmentos florestais, que se trata de um processo de áreas contínuas de vegetação natural sofrendo subdivisões em diversos tamanhos (FAHRIG, 2003; PRADO et al., 2017). Os fragmentos são causados por fatores naturais, assim como os incêndios florestais e fatores antropogênicos que resultam em atividades desorganizadas do uso e ocupação da terra, o crescimento populacional, desmatamento, extração de madeira, expansão agrícola e urbanização (MAGALHAES; THIAGO; DOS SANTOS, 2020; SLATTERY; FENNER, 2021).

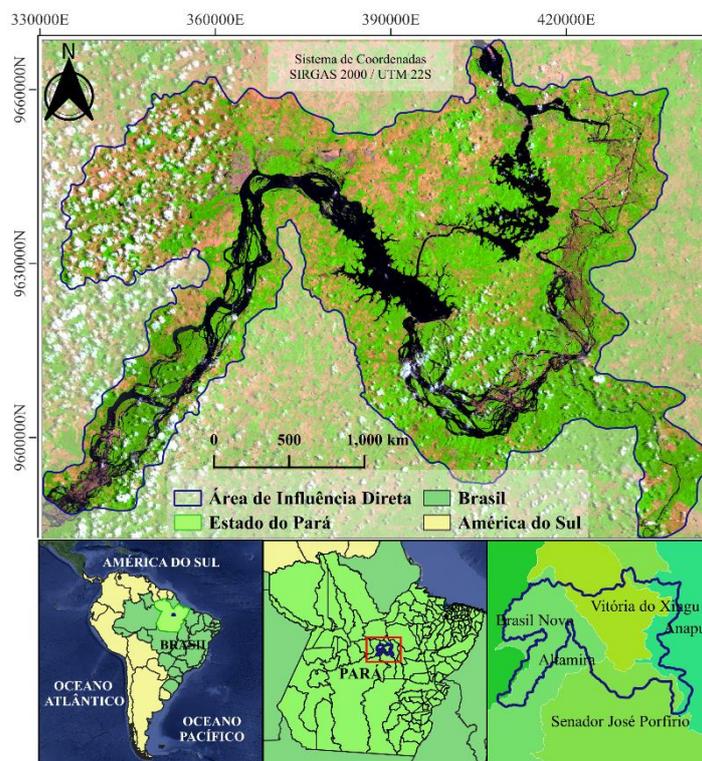
Neste sentido, a instalação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte (UHE) em Altamira, provocou mudanças na cobertura florestal, gerando diversos fragmentos (PEREIRA; SANTOS; CASAGRANDE, 2021). Esses fragmentos são responsáveis por reduzir a biodiversidade natural, comprometendo o equilíbrio ecossistêmico e alterando a estrutura da paisagem local (BRITO; SANTOS; SILVA, 2021).

Diante disso, as métricas de ecologia da paisagem são importantes para a avaliação dos fragmentos florestais e para os padrões de cobertura da terra nas regiões ao longo do tempo (ROSA; GABRIEL; CARREIRAS, 2017). O estudo das métricas de ecologia da paisagem aliada ao uso do sensoriamento remoto, permite a caracterização da paisagem, destacando-se a alta capacidade de interação e de análises dos diversos planos e padrões ecológicos de um ambiente georreferenciado (PRADO et al., 2017).

Neste contexto, o objetivo do estudo é avaliar a mudança da fragmentação florestal entre os anos de 2010 e 2022 na região de influência da Usina Hidrelétrica de Belo Monte.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado na área de influência de Belo Monte, situada nos municípios de Altamira, Vitória do Xingu e Senador José Porfírio com as coordenadas 3°7'34,7" ao Sul; 51°45'52,8" ao Norte (COSTA et al., 2019). O clima da região segundo a classificação de Köppen-Geiger, é do tipo equatorial "Am" (clima quente de monção) e "Aw" (clima quente com chuva de verão) (ALVARES et al., 2013). Segundo Souza et al. (2013), a sua temperatura média anual máxima é de 32,4°C com precipitação pluviométrica média igual a 2.123mm/ano (Figura 1).



**Figura 1.** Mapa de localização da área de influência Usina Hidrelétrica de Belo Monte

As imagens da classificação do Uso e Ocupação da Terra para a análise da fragmentação florestal dos anos de 2010 e 2022 foram obtidos pelo Projeto de Mapeamento Anual da Coberta e Uso do Solo no Brasil (MAPBIOMAS) Coleção 9 (MAPBIOMAS, 2023).

O processamento das imagens para analisar os fragmentos florestais foi executado no *software* QGIS Desktop versão 3.34.5 (QGIS, 2024). Inicialmente, as imagens foram convertidas em arquivos vetoriais, e em seguida, foram exportadas as classes de floresta presentes na área de estudo (Formação florestal e Floresta alagável) e calculado sua área. Dessa forma, foi possível determinar as classes de tamanhos dos fragmentos florestais, sendo elas: fragmentos Muito Pequeno (< 5 ha), Pequeno (5-50 ha), Médio (50-500 ha),

Grande (500-1.000 ha) e Muito Grande (1.000-31.000 ha). A classificação das classes de tamanhos foi proposta em outros estudos como de Fernandes; Fernandes (2017) e Juvanhol et al. (2011).

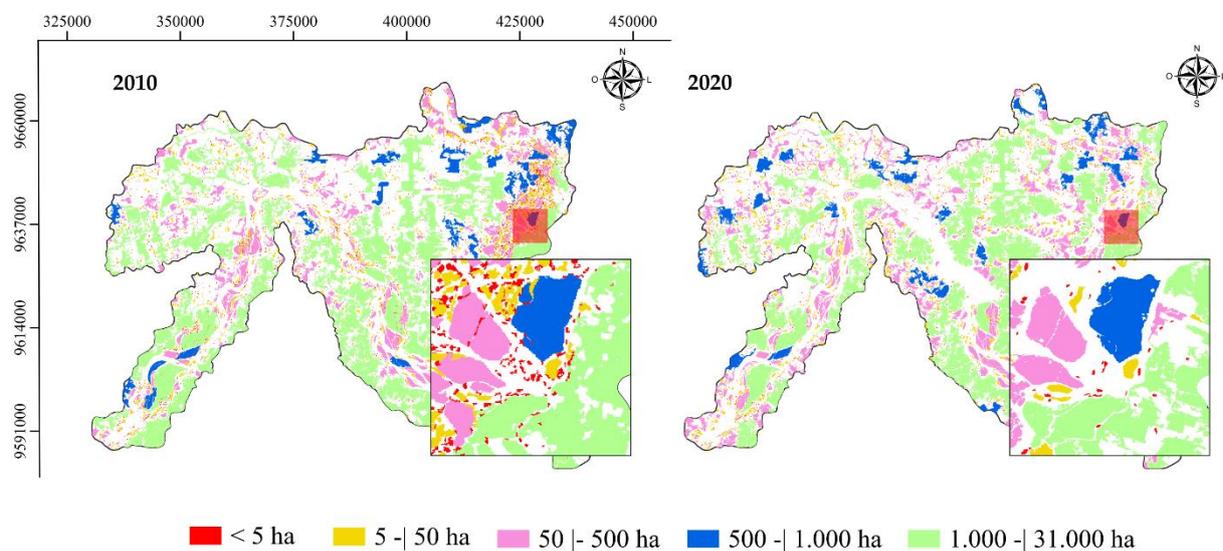
Os arquivos em formato vetorial classificados em diferentes classes de tamanho, foram convertidos em formato raster e calculado as métricas de ecologia de paisagem por meio do *software* Fragstats versão 4.2 (MCGARICAL et al., 1994). As métricas calculadas foram: área; densidade; tamanho; borda (distância de 70 m); forma e área núcleo (Quadro 1).

**Quadro 1.** Índices de ecologia da paisagem.

Grupo	Sigla	Métrica	Unidade	Observação
Área	CA	Área da Classe	Hectare (ha)	Somatório das áreas de todas os fragmentos florestais presentes na área.
Densidade e tamanho	ÁREA_MN	Tamanho Médio do Fragmento	Hectare (ha)	Soma do tamanho dos fragmentos dividido pelo número de fragmentos.
	NP	Número do Fragmento	Adimensional	Número total de fragmentos na paisagem.
	ÁREA_SD	Desvio Padrão do Tamanho do Fragmento	Hectare (ha)	Razão da variância do tamanho dos fragmentos.
Borda	ED	Densidade de Borda	m/ha	Quantidade de perímetro relativa à área da paisagem.
Forma	SHAPE_MN	Índice de Forma Médio	Adimensional	É igual a um quando todos os fragmentos forem circulares e aumenta com a crescente irregularidade da forma do fragmento.
	SHAPE_AM	Índice de Forma de Área Média Ponderada	Adimensional	Difere do MSI, porque fragmentos maiores terão mais peso que as menores.
Área central	TCA	Área Núcleo Total	Hectare (ha)	O tamanho total das áreas núcleos dos fragmentos.
	NCORE	Número de Áreas Núcleos	Adimensional	Número total de áreas núcleos dentro da paisagem ou dentro de cada fragmento no nível de classe.
	CAI_AM	Índice de Área Núcleo Total	Porcentagem (%)	Representa o número de área núcleo para toda paisagem como uma porcentagem da área total da paisagem.

### 3. RESULTADOS

A maior parte dos fragmentos da área de estudo é composta por fragmentos da classe de tamanho Muito Pequeno (<5 ha). Porém ocupam uma menor área em relação aos fragmentos maiores. A classe de tamanho que apresentou maior aumento no número de fragmentos foram as classes de tamanho Muito Grande (1.000 – 31.000 ha) com 614%, seguida da classe Grande (500 – 1.000 ha) com 238%. Todas as classes tiveram aumento no Número de Fragmentos (NP). A Figura 2 ilustra a distribuição das classes de tamanho dos fragmentos florestais na área de estudo.



**Figura 2.** Mapa de classes de tamanho dos fragmentos florestais na área de estudo.  
**Legenda:** (a) Mapa dos fragmentos do ano de 2010 e (b) Mapa dos fragmentos do ano de 2022

A área de influência direta de Belo Monte teve uma perda de 2,46% de floresta entre os anos de 2010 e 2022, que corresponde a 5.967,95 ha. A métrica de Área da Classe (CA), entre os anos de 2010 e 2022 a classe que apresentou maior aumento foi a classe de fragmentos Médios (50 – 500 ha) com 34,45% que representa 11.117,34 ha. No entanto, a classe dos fragmentos Muito Grande (5 – 50 ha) teve uma redução no ano de 2022 no CA com 12,75% equivalente a 22.436,46 ha. Sendo possível observar as métricas de paisagem na Tabela 1.

**Tabela 1** - Índice de ecologia da paisagem calculados na área de influência da Usina Hidrelétrica de Belo Monte.

Classes de tamanho - 2010							
Grupo	Índices	Muito Pequeno (<5 ha)	Pequeno (5-50 ha)	Médio (50-500 ha)	Grande (500-1.000 ha)	Muito Grande (1.000-31.000 ha)	Todos (<5-31.000)
Área	CA (ha)	4.275,18	13.418,46	32.272,29	16.679,34	175.954,32	242.599,59
	AREA_MN (ha)	1,40	16,07	152,23	641,51	4.189,39	58,12
Densidade e tamanho	NP (Ad)	3.059,00	835,00	212,00	26,00	42,00	4.174,00
	AREA_SD (ha)	1,39	11,87	120,99	231,31	5.893,89	726,41
Borda	ED (m/ha)	1,90	0,81	0,94	0,24	0,55	2,22
Forma	SHAPE_MN (Ad)	1,31	1,65	2,27	3,22	5,46	1,48
	SHAPE_AM (Ad)	1,47	1,79	2,54	3,51	8,14	6,61
Classes de tamanho - 2022							
Grupo	Índices	Muito Pequeno (<5 ha)	Pequeno (5-50 ha)	Médio (50-500 ha)	Grande (500-1.000 ha)	Muito Grande (1.000-31.000 ha)	Todos (<5-31.000 ha)
Área	CA (ha)	5.433,48	15.538,05	43.389,63	18.742,86	153.517,86	236.621,88
	AREA_MN (ha)	1,49	13,71	104,05	212,99	511,73	42,28
Densidade e tamanho	NP (Ad)	3.658,00	1.133,00	417,00	88,00	300,00	5.596,00
	AREA_SD (ha)	1,31	12,84	129,96	319,61	2.395,34	569,48
Borda	ED (m/ha)	0,07	0,05	0,04	0,01	0,04	0,11
Forma	SHAPE_MN (Ad)	1,39	1,85	2,31	2,21	2,00	1,60
	SHAPE_AM (Ad)	1,57	2,15	3,34	4,46	10,92	8,23

**Legenda:** CA = área da classe; AREA\_MN = Tamanho Médio do Fragmento; NP = número do fragmento; AREA\_SD = Desvio Padrão do Tamanho do Fragmento; ED = Densidade de Borda; SHAPE\_MN = Índice de Forma Médio; SHAPE\_AM = Índice de Forma de Área Média Ponderada.

Em relação ao Tamanho Médio do Fragmento (ÁREA\_MN), de todos os fragmentos analisados nos anos de 2010 e 2022, sem distinguir as diferentes classes de tamanho, os resultados foram 58,12 ha e 42,28 ha. A respeito do Desvio Padrão do Tamanho do Fragmento (ÁREA\_SD) obteve-se os valores de 726,41 ha e 569,48 ha. Enquanto a classe de tamanho Muito Grande (1.000- 31.000 ha), apresenta Tamanho Médio do Fragmento (ÁREA\_MN) de 726,41 ha e 569,48 ha e para a ÁREA\_SD de 5.893,89 ha e 2.395,34 ha, respectivamente aos anos de 2010 e 2022.

Na métrica Densidade de Bordas (ED), para o ano de 2010, as classes Muito Pequeno (<5 ha) e Médio (50- 500 ha) apresentaram maiores valores com a soma de 2,84 m de borda por hectare. Entretanto, no ano de 2022 as classes Muito Pequeno (<5 ha) e Pequeno (5-50 ha) apresentaram maiores valores com a soma de 0,12 m de bordas por hectare. As classes de fragmentos Pequenos (0,81), Grande (0,24) e Muito Grande (0,55) no ano de 2010 apresentaram valores inferiores. Enquanto em 2022 o mesmo ocorreu para as classes Médio (0,04), Grande (0,01) e Muito Grande (0,04).

Para comparar os valores do Índice de Forma Médio (SHAPE\_MN) das classes de tamanho dos fragmentos florestais, observou-se que, os fragmentos Muito Pequeno (<5 ha) e Pequeno (5-50 ha) apresentaram formatos mais regulares (2010 = 1,31 e 1,65; 2022 = 1,39 e 1,85). Ao comparar com os fragmentos Médios (50-500 ha) 2,27 e 2,31, Grandes 3,22 e 2,21 e Muito Grande 5,46 e 2,00 respectivamente aos anos de 2010 e 2022.

Quanto as métricas referentes as áreas centrais dos fragmentos, expresso na Tabela 2, observou-se que entre os anos de 2010 e 2022 com a distância de borda de 70 m, os fragmentos Muito Pequeno apresentaram os menores valores de Área Núcleo (TCA) nos dois anos estudados, com 74,25 ha e 42,21 ha, que corresponde a um Índice de Área Núcleo (CAI\_AM) de 1,74% e 0,78% respectivamente aos anos de 2010 e 2022.

**Tabela 2.** Índices de ecologia da paisagem calculados para as métricas de área central, dos anos de 2010 e 2022.

Classes de tamanho - 2010						
Distância de borda (m)	Muito Pequeno (<5 ha)			Pequeno (5 - 50 ha)		
	TCA	NCORE	CAI_AM	TCA	NCORE	CAI_AM
70	74,25	262	1,74	4.217,94	1.087	31,43
	Médio (50 - 500 ha)			Grande (500 - 1.000 ha)		
	TCA	NCORE	CAI_AM	TCA	NCORE	CAI_AM
	20.928,60	494	64,85	12.321,54	103	73,87
	Muito Grande (1.000 - 31.000 ha)					
	TCA	NCORE	CAI_AM			
	143.497,53	618	81,55			
Classes de tamanho - 2022						
Distância de borda (m)	Muito Pequeno (<5 ha)			Pequeno (5 - 50 ha)		
	TCA	NCORE	CAI_AM	TCA	NCORE	CAI_AM
70	42,21	157	0,78	3.957,21	1.203	25,47
	Médio (50 - 500 ha)			Grande (500 - 1.000 ha)		
	TCA	NCORE	CAI_AM	TCA	NCORE	CAI_AM
	25.058,70	899	57,75	12.731,22	222	67,93
	Muito Grande (1.000 - 31.000 ha)					
	TCA	NCORE	CAI_AM			
	116.174,61	1.064	75,68			

**Legenda:** TCA = Área Núcleo Total; NCORE = Número de Áreas Núcleos; CAI\_AM = Índice de Área Núcleo Total.

Para o efeito de borda de 70 m, os maiores valores de Número de Áreas Núcleos (NCORE), foram encontrados nos fragmentos Pequeno de 1.087 e 1.203, respectivamente para os anos de 2010 e 2022.

O número de Áreas Núcleos exibiu variações significativas entre 2010 e 2022 para diferentes classes de tamanho dos fragmentos florestais, conforme ilustrado na Figura 3. Observa-se que no ano de 2010, os fragmentos Pequeno (< 5 ha) são superiores comparados com o ano de 2022. Para os fragmentos Pequeno (5 - 50 ha) e Grande (500

– 1.000 ha) ocorreu uma pequena variação, onde o 5 anos de 2022 ultrapassou o ano de 2010 em Números de Áreas Núcleos. Além disso, na classe de fragmentos Médio (500-1.000 ha) e Muito Grande (1.000 – 31.000 ha), houve um aumento expressivo no número de Áreas Núcleos em 2022, seguido de uma redução considerável em 2010.

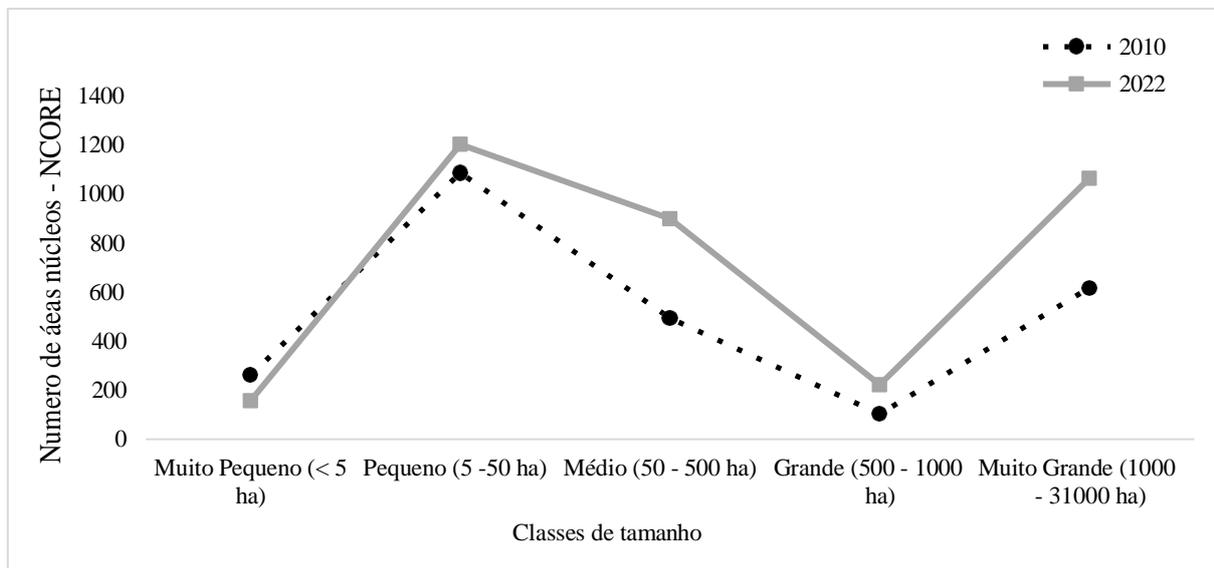


Figura 3 - Comportamento do número de áreas.

#### 4. DISCUSSÃO

Fearnside (2015), relata que a instalação de Usinas Hidroelétricas na Amazônia, pode resultar algumas perdas econômicas, social e ambiental, fatos que já foram comprovados em algumas Usinas Hidrelétricas como de Balbina, Tucuruí e Samuel. Segundo Tersteege et al. (2017) e Maurano; Escada; Renno (2019), o crescimento de ocupação desordenada na década de 1970, resultou no aumento das atividades da agricultura itinerante, pecuária, mineração e extração madeireira que impulsionou o desmatamento.

Diante desse acontecimento, resultou no aumento da fragmentação e ameaçando as espécies da fauna e flora (TERSTEEGE et al., 2017). Para compreender a dinâmica do desmatamento em cada região, é necessário entender o modelo de desenvolvimento adotado na Amazônia, tais atividades é prejudicial a natureza promovendo a diminuição da cobertura florestal (PEREIRA et al., 2023).

Com isso, a fragmentação é comum nas áreas do entorno de grandes empreendimentos (ZHAO et al., 2012), ao avaliar os impactos sobre a paisagem da construção de uma usina hidrelétrica, nota-se áreas mais fragmentadas após a construção da barragem (MARCON et al., 2020). Além disso, o tamanho e o grau dos fragmentos influenciam na dinâmica de muitas espécies e na perda da biodiversidade e fragmentos de

tamanhos pequenos prejudicam espécies que necessitam de grandes áreas (SOUSA, 2013).

Para Fernandes; Fernandes (2017), a métrica de AREA\_MN da classe Muito Pequeno (<5 ha) tende a valores baixos devido ao tamanho de suas áreas, enquanto a classe Muito Grande (1.000- 31.000 ha) apresenta valores altos, por terem uma maior área. Em relação ao Desvio Padrão do Tamanho do Fragmento (ÁREA\_SD), Juvanhol et al. (2011) comprova uma variação entre os valores de fragmentos com área muito acima ou muito baixo do valor médio.

Os resultados de Densidade de Borda (ED) indicam que, nos anos analisados houve uma redução significativa na cobertura florestal, indicando que as áreas de floresta original foram convertidas em outros tipos de cobertura ou que houve mudança de classes de grandes fragmentos decorrente do desmatamento para classes menores ao longo do tempo. O aumento acelerado da fragmentação durante o período estudado, pode ser atribuído ao alto fluxo migratório e à ocupação associada à construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, além das extensas áreas modificadas para sua instalação (Neto et al., 2021).

Moreira (2022), defende que a extensão da área de borda tem uma grande influência nos processos ecológicos desses fragmentos, o que pode resultar na diminuição do habitat disponível e na extensão de remanescentes florestais. Sendo, as bordas áreas ecologicamente vulneráveis, suscetíveis a impactos como invasão de espécies exóticas, perturbações humanas e alterações microclimáticas (Santos et al., 2017).

A comparação nos valores da métrica de SHAPE\_MN, entre os anos de 2010 e 2022, obedeceram a mesma relação, apresentando formas mais regulares a medida em que os fragmentos diminuem. Esse padrão também foi observado nos estudos de Gonçalves et al. (2017) e Santos et al. (2017). Quando se observa o Índice de Forma Médio Ponderada (SHAPE\_AM) pela área dos anos de 2010 e 2022, analisa-se que as classes de tamanho dos fragmentos florestais são superiores quando comparados com SHAPE\_MN, demonstrando que os fragmentos de maior área têm formas mais irregulares que a média.

Segundo Moreira et al. (2022), os fragmentos maiores apresentarem formatos mais irregulares, e estão menos sujeitos ao efeito de borda. Isso ocorre porque, esses fragmentos possuem uma proporção de área de borda menor, indicando que a proporção da área interna é maior em relação à proporção da borda.

No ano de 2010 a área total dos fragmentos Muito Pequeno corresponde a 4.275,18 ha, onde somente 74,25 ha (TCA) condiz a Área Núcleo, enquanto em 2022 a área total

dos fragmentos de 5.433,48 ha, corresponde à 42,21 ha. Como resultado, a Classe Muito Pequeno sofreu maior efeito de borda perdendo a Área Núcleo.

Os fragmentos Muito Pequeno no índice de Área Núcleo Total (CAI\_AM), apresentaram uma alta redução de 2010 para 2022. Orlandi; Santos (2022), explica que o baixo índice de Área Núcleo Total dos fragmentos menores, caracteriza um alto grau de fragmentação, indicando que uma maior parte de suas áreas está sujeita a efeitos de borda.

Na análise da métrica NCORE, os fragmentos Pequenos (5-50 ha) apresentaram uma maior quantidade de Áreas Núcleos, indicando uma maior fragmentação interna. Esse comportamento evidencia como a fragmentação florestal e a dinâmica de borda podem influenciar de forma diferenciada nos fragmentos florestais ao longo do tempo, impactando na conservação das Áreas Núcleos. Para Pirovani et al. (2014), essa característica pode ser explicada pela forma irregular desses fragmentos, que dificulta a conexão entre os núcleos florestais internos.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a implementação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, houve um aumento de 34,07% no número de fragmentos florestais na sua área de influência no ano de 2010 para o ano 2022. Os fragmentos que possuem formatos regulares têm maior densidade de borda. Portanto, deve ser repensado a forma de instalação de grandes empreendimentos, no que tange as medidas necessárias para evitar que intensifique a fragmentação pelo uso inadequado da área, causando intenso isolamento entre os fragmentos e prejudicando a fauna e flora.

## REFERÊNCIAS

ALVES, C. A. et al. Koppens's Climate Classification Map For Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, 2013, p. 711-728.

ANEEL. Brasil tem três das dez maiores hidrelétricas do mundo. **Além da Energia**. Disponível em: <<https://www.alem-da-energia.engie.com.br/web-stories/brasil-tem-tres-das-dez-maiores-hidreletricas-do-mundo/>>. Acesso em: 14 de ago. 2024.

BRITO, A. P. M. DE; SANTOS, Í. M. DE M.; SILVA, R. M. Variabilidade espaço-temporal da estrutura da paisagem e fragmentação florestal na apa da Serra de Baturité no Ceará. **Ambiente: Gestão e Desenvolvimento**, ago. 2021, p. 96–104.

COELHO, S. J.; PEREIRA, J. A. A. A Paisagem na Área de Influência da Usina Hidrelétrica do FUNIL (UHE- FUNIL), Percebida Através do EIA-RIMA. **Paisagem e Ambiente**, n. 28, dez. 2010, p. 133.

COSTA, S. T. L. DA et al. Usina hidrelétrica de belo monte: análise multitemporal da produção de energia e impactos ambientais. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 8, n. 1, 2019, p. 224–237.

FAHRIG, L. Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 34, n. 1, nov. 2003, p. 487–515.

FEARNSIDE, P. M. **Hidrelétricas Na Amazônia: Impactos Ambientais E Sociais Na Tomada De Decisões Sobre Grandes Obras**. INPA ed. 2015.

GONÇALVES, A. L.; CRUZ, V. M. S. DA; SERRA, A. B. Fragmentação florestal na Região de Integração do Lago de Tucuruí, Pará, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 62, 2019, p. 1–10.

JUVANHOL, R. S. et al. Análise Espacial de Fragmentos Florestais: Caso dos Parques Estaduais de Forno Grande e Pedra Azul, Estado do Espírito Santo. **Floresta e Ambiente**, v. 18, n. 4, 2011, p. 353–364.

MAGALHAES, I. A. L.; THIAGO, C. R. L.; DOSSANTOS, A. R. Identificação de Fragmentos Florestais Potenciais para a delimitação de Corredores Ecológicos na bacia hidrográfica do Rio Itapemirim, ES por meio técnicas de Sensoriamento Remoto. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 2, 2020, p. 595–612.

MAPBIOMAS, P. **Mapbiomas Brasil**. Disponível em: <<https://mapbiomas.org/quem-somos>>. Acesso em: 04 nov. 2024.

MARCON, A. K. et al. Landscape dynamics around a hydropower plant in paraná state, brazil. **Scientia Forestalis/Forest Sciences**, v. 48, n. 126, 2020.

MARINHO, V. DE N. M. et al. Hydroelectric Power Plants in the Brazilian Amazon: Considerations on the Impacts on Artisan Fishing in the Xingu (Pará) and. Experience. **Revista de Antropologia**, v. 53, 2019, p. 35–47.

MAURANO, L. E. P.; ESCADA, M. I. S.; RENNO, C. D. Spatial deforestation patterns and the accuracy of deforestation mapping for the Brazilian legal amazon. **Ciencia Florestal**, v. 29, n. 4, 2019, p. 1763–1775.

MCGARICAL, K. et al. FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for categorical maps. **General Technical Report PNW-GTR-351. US ...**, v. 97331, n. 503, 1994, p. 134.

MOREIRA, R. M.; CESCONETTO, J. L. DOS S. Análise da fragmentação florestal na bacia hidrográfica do rio Ji-Paraná, Amazônia ocidental. **Geografia**, v. 47, n. 41, 2022, p. 1983–8700.

NETO, A. M. et al. Sensoriamento remoto na análise de variáveis ambientais influenciadas pela implantação da usina hidrelétrica de Belo Monte (PA). **Caderno de Geografia**, v. 31, n. 66, 2021, p. 823.

NOGUCHI, L. Pará é o segundo maior produtor de energia do Brasil. **Agência Pará**, 2019 p.1.

ORLANDI, M. J. P.; SANTOS, J. F. DOS. Análise Espacial Da Fragmentação Florestal Em Região Extremo-Sul Da Bahia. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 11, n. 3, 2022, p. 110–125.

PEREIRA, M. P. et al. Avaliação temporal da cobertura vegetal na área da Floresta Estadual do Antimary utilizando imagens de satélite. **Scientia Naturalis**, v. 5, n. 2, 2023, p. 589–599.

PEREIRA, R. P.; SANTOS, C. R.; CASAGRANDE, B. Mudanças na Paisagem No Entorno do Reservatório da Usina Hidrelétrica De Sinop - MT. **Anais do XX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 2021 p. 1073–1076.

PIROVANI, D. B. et al. Análise espacial de fragmentos florestais na bacia do rio Itapemirim, ES. **Revista Arvore**, v. 38, n. 2, 2014, p. 271–281.

PRADO, P. K. B. et al. Fragilidade ambiental dos fragmentos florestais do Parque Estadual Cristalino, por métricas da paisagem. **Nativa**, v. 5, 2017, p. 548–554.

ROSA, I. M. D.; GABRIEL, C.; CARREIRAS, J. M. B. Spatial and temporal dimensions of landscape fragmentation across the Brazilian Amazon. **Regional Environmental Change**, v. 17, n. 6, ago. 2017, p. 1687–1699.

SANTOS, J. F. C. et al. Fragmentação florestal na Mata Atlântica: o caso do município de Paraíba do Sul, RJ, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**. September, 2017.

SLATTERY, Z.; FENNER, R. Spatial Analysis of the Drivers, Characteristics, and Effects of Forest Fragmentation. **Sustainability**, v. 13, n. 6, 7 mar. 2021, p. 3246.

SOUSA, P. P. D. Impactos da UHE de Belo Monte sobre a biodiversidade: uma análise pela ecologia da paisagem. **Repositório Unesp**, 2013, p. 33.

SOUZA, O. DE P. S. DE; et al. Diagnóstico Quali- Quantitativo da Arborização das Praças do Município de Altamira, Pará. **Enciclopédia Biosfera**, v. 2, 2013, p. 1080–1089.

TERSTEEGE, H. et al. A descoberta da flora arbórea da Amazônia com uma lista atualizada de todos os taxa arbóreos conhecidos. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Ciências Naturais, v. 11, n. 2, p. 231–261, 2017. QGIS. Visão Geral do QGIS. Disponível em: <[https:// https://qgis.org/project/overview/](https://qgis.org/project/overview/)>. Acesso em: 04 nov. 2024.

ZHAO, Q. et al. Landscape change and hydrologic alteration associated with dam construction. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 16, n. 1, 2012, p. 17–26.