RESCX Revista de Educação, Saúde e Ciências do Xingu

Jan-Dez/2026, v1., n.9
e-ISSN: **2675-2956**
DOI: https://doi.org/10.65573/rescx.v1n9.0037

TRANSFORMAÇÕES NO USO E COBERTURA DA TERRA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DA HIDRELÉTRICA BELO MONTE, ENTRE 2010 E 2016.

LAND USE AND LAND COVER CHANGES IN THE DIRECT INFLUENCE AREA OF THE BELO MONTE HYDROELECTRIC PLANT BETWEEN 2010 AND 2016.

Kelvyn de Souza Moura, João Vitor dos Santos Nolasco, Jorge Fernando Hungria Ferreira e Juliane da Costa Cavalcante

RESUMO
Os empreendimentos hidrelétricos além de ocasionarem impactos nos meios biótico e abiótico, interferem nas transformações do Uso e Cobertura da Terra (UCT) na região onde se instalam. Diante disso, o objetivo deste artigo é realizar uma análise do UCT na Área de Influência Direta (AID) da Usina Hidrelétrica de Belo Monte (UHBM), entre 2010 e 2016. Para isso, foram utilizados dados do Mapeamento Anual da Cobertura do Solo e Uso da Terra no Brasil (MapBiomas), os quais foram analisados através da elaboração de Matrizes de Transição e de Análise de Intensidade. Os resultados evidenciaram uma rápida transformação da paisagem natural, marcada pela inundação de áreas de vegetação nativa, crescimento urbano e a inundação de áreas relacionadas à obra, o que promoveu aumento nas transformações no UCT, com potenciais impactos ambientais. Portanto, apesar dos avanços na geração de energia e no desenvolvimento econômico, os efeitos negativos sobre o meio ambiente e as comunidades locais são expressivos, reforçando a necessidade de processos de licenciamento mais rigorosos, participativos e transparentes. O estudo destaca a importância de pesquisas relacionadas à dinâmica de UCT ao longo de empreendimentos hidrelétricos, visando orientar políticas de desenvolvimento e o planejamento ambiental eficaz relacionados à instalação de empreendimentos de grande porte.
Palavras-chave: Dinâmica da paisagem. Usina Hidrelétricas. Planejamento territorial. Impacto Ambiental.

ABSTRACT
The study analyzes land use and land cover transformations in the Direct Influence Area (DIA) of the Belo Monte Hydroelectric Power Plant (UHPP) between 2010 and 2016, with the objective of examining the dynamics that occurred during this period. For this purpose, data from the Annual Land Cover and Land Use Mapping in Brazil (MapBiomas) were used and analyzed through the development of Transition Matrices. The results revealed a rapid transformation of the natural landscape, marked by the flooding of native vegetation areas, urban expansion, and the submergence of areas associated with the dam's construction. These changes intensified land use and cover transformations, leading to potential environmental impacts. Therefore, despite progress in energy generation and economic development, the negative effects on the environment and local communities are significant, reinforcing the need for more rigorous, participatory, and transparent environmental licensing processes. The research highlights the importance of studies related to LULC (Land Use and Land Cover) dynamics along hydroelectric projects, aiming to guide development policies and support effective environmental planning for the implementation of large-scale infrastructure.
Keywords: Landscape Dynamics. Hydroelectric Power Plants. Territorial Planning. Environmental Impact.

Data de recebimento: 04/06/2026.
Aceito para publicação: 25/08/2026.

1 INTRODUÇÃO

A Amazônia brasileira se caracteriza, principalmente, por sua imensa diversidade de espécies da biota e ecossistemas naturais, além de possuir uma complexa diversidade de rios que desempenham um papel essencial no equilíbrio ambiental da região (Silva *et al*., 2024). Esse bioma é reconhecido pela diversidade de florestas, que abrangem várias regiões do Brasil, como Cerrado e Pantanal, compreendendo cerca de 59% do território nacional (Santos; Salomão; Veríssimo, 2021). O bioma engloba os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins, Mato Grosso e uma pequena parte do Maranhão (Delazeri, 2016), e, devido a sua imensa importância, uma das maiores preocupações atuais ocorre em razão das constantes alterações da vegetação relacionadas às mudanças no Uso e Cobertura da Terra (UCT), que colocam em risco a manutenção da biodiversidade.

Jan-Dez/2026, v1., n.9
e-ISSN: **2675-2956**
DOI: https://doi.org/10.65573/rescx.v1n9.0037

O bioma engloba a maior floresta tropical do mundo, possuindo um papel fundamental no equilíbrio ecológico global, principalmente devido à sua diversa biodiversidade de fauna e flora (Barroso; Mello, 2020). Costa e Alves (2018, p. 67) afirmam que "a relevância da Amazônia no cenário internacional ocorre em razão do estoque de recursos naturais – biodiversidade, minerais e água". Em razão de sua vasta extensão territorial, de suas riquezas naturais e de sua biodiversidade, a região é considerada de grande importância para o desenvolvimento de novas tecnologias, o que ocasiona a intensificação do interesse internacional pela área (Amin, 2015).

Nos últimos anos, o bioma Amazônico passou por grandes transformações em seu território devido à implantação de diversos projetos (Reale; Cavalcante, 2021). Esses projetos geram commodities, que são essenciais para a dinâmica de exploração da região, voltada para a geração de lucros que alimentam o modelo capitalista de produção (Melo, 2021), os quais resultam em significativos prejuízos socioambientais. No estado do Pará, essas transformações são evidentes devido à construção de usinas hidrelétricas, que atraem migrantes de forma desordenada para as áreas de instalação dos empreendimentos (Reis; Souza, 2016).

A demanda por aproveitamentos hidrelétricos na Amazônia ocorre devido à grande disponibilidade de recursos hídricos na região, além de ser uma fonte de energia priorizado por diversos países, especialmente os em desenvolvimento, como o Brasil, o que incentiva a construção de grandes barragens hidrelétricas (Ferreira *et al*., 2024).

A matriz elétrica exerce um papel fundamental nas sociedades contemporâneas por ser indispensável para diversas atividades, o que torna as usinas hidrelétricas a principal fonte de geração de eletricidade (Silveira, 2018; Serra; Oliveira, 2020). Entretanto, segundo Queiroz e Motta-Veiga (2012), as hidrelétricas geram diversos impactos ambientais, ocasionando perdas no meio biótico e abiótico, assim como impactos socioeconômicos.

Os impactos relacionados à instalação das usinas são diversos, como a inundação de áreas, resultante da implantação de extensos reservatórios para o armazenamento de água e controle do fluxo de rios. Essas inundações alteram o regime hídrico e interferem nos microclimas, comprometendo a biodiversidade local (Terrin; Blanchet, 2019). Além disso, devido às mudanças significativas no ambiente, principalmente nas regiões alagadas, ocorre o deslocamento forçado de populações, o que modifica os modos de vida e a saúde da população atingida (Busato *et al*., 2020).

Apesar de serem conhecidas pelo fornecimento de energia "limpa" e por impulsionarem o desenvolvimento econômico, as hidrelétricas exigem estudos criteriosos sobre seus impactos negativos, especialmente em ecossistemas sensíveis e estratégicos como os localizados na Amazônia (Ferreira; Pinheiro; Freire, 2023). Dessa forma, a análise dos impactos ambientais é essencial para a elaboração de medidas mitigadoras diante dos impactos negativos acarretados pela instalação desses complexos empreendimentos (Terrin; Blanchet, 2019).

A avaliação de impactos decorrentes da construção de empreendimentos hidrelétricos deve ir além da descrição do ecossistema, considerando também a dinâmica e a conectividade dos elementos da paisagem. Nesse contexto, é fundamental o desenvolvimento de estudos que analisem as mudanças no UCT por empreendimentos hidrelétricos, uma vez que essas alterações influenciam diretamente a biodiversidade e a sustentabilidade de ecossistemas (Santos; Nunes, 2021).

Diante disso, o presente estudo objetiva analisar a dinâmica de UCT na Área de Influência Direta (AID) da Usina Hidrelétrica de Belo Monte (UHBM) entre os anos de 2010 e 2016, como forma de compreender as transformações na paisagem que ocorreram com a implantação do empreendimento. Esta análise é vital para identificar os principais vetores de mudanças no espaço geográfico, bem como auxiliar futuras avaliações de impacto ambiental, planejamento territorial e políticas públicas voltadas para a conservação

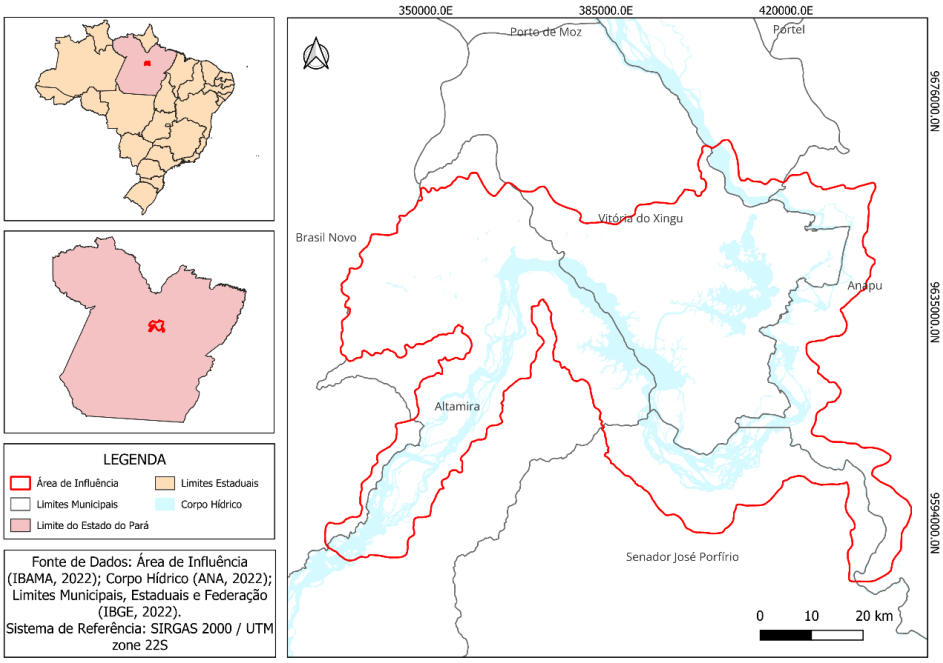
Jan-Dez/2026, v1., n.9
e-ISSN: **2675-2956**
DOI: https://doi.org/10.65573/rescx.v1n9.0037

ambiental e a mitigação de efeitos socioambientais.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo compreende a AID da UHBM, localizada no estado do Pará, na região Norte do Brasil. A área está situada no rio Xingu, entre os municípios de Altamira, Vitória do Xingu, Senador José Porfírio, Anapu, e Brasil Novo (Figura 1; Leme Engenharia LTDA et al., 2009). A UHBM é considerada uma das maiores hidrelétricas do mundo, e sua construção provocou profundas alterações na paisagem, no uso da terra e nas dinâmicas sociais da região.

Figura 1 - Mapa de Localização da Área de Influência da UHBM.



Fonte: autores (2025).

De acordo com a classificação climática de Alvares *et al*. (2014), baseado na classificação climática de Köppen, a área possui clima Af (Tropical úmido), com temperatura média entre 24,1 e 26 ºC e precipitação média entre 2.200 e 2.800 mm. A região por forte atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), principal responsável pelos altos índices pluviométricos da região, a qual é intensificada pelos ventos alísios do Atlântico Norte e pela elevada evapotranspiração da floresta Amazônica (Novais; Machado, 2023).

A vegetação da área é composta principalmente por Floresta Ombrófica Densa de terra firme, arbustos, lianas, palmeiras, gramíneas, hemiepífitas e holoepífitas, indicando uma composição estrutural heterogênea e um ecossistema em estado médio de conservação (Lemos *et al*., 2015).

Os tipos de solos são diversos, com destaque para o argissolo e o latossolo, que ocorrem de forma mais ampla. E em menor proporção, também estão presentes o neossolo, o gleissolo e o nitossolo, sendo o último mais presente ao norte da região. Além disso, o cambissolo é identificado em áreas mais ao sul do território (Fapespa, 2023).

Foram utilizados dados provenientes da Coleção 9 do Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso da Terra no Brasil (MapBiomas, 2024a), através da Plataforma Google Earth Engine (GEE). O projeto MapBiomas foi concebido com o objetivo de gerar mapas anuais de UCT para todo o território brasileiro, abrangendo os seis biomas oficiais do país (MapBiomas, 2024a).

RESCX Revista de Educação, Saúde e Ciências do Xingu
Jan-Dez/2026, v1., n.9
e-ISSN: **2675-2956**
DOI: https://doi.org/10.65573/rescx.v1n9.0037

O GEE é uma plataforma baseada na nuvem que disponibiliza ferramentas para o processamento de dados geoespaciais (Gorelick, 2017). A plataforma apresenta um vasto banco de dados de imagens de satélite, como as provenientes dos sensores Sentinel 1 e 2, Modis e Landsat, permitindo análises temporais, o monitoramento do uso e cobertura da terra, a avaliação de ecossistemas e estudos de mudanças climáticas (Google Earth Engine, 2025; Pham-Duc *et al*., 2023). Segundo Souza *et al*. (2020), o uso do GEE em conjunto com o MapBiomas permite uma abordagem eficiente para o monitoramento ambiental de longo prazo, especialmente em regiões de difícil acesso, como a própria Amazônia.

Os dados do MapBiomas são disponibilizados em classes de UCT. As classes presentes na área de estudo constam no Quadro 1.

Quadro 1 - Descrição das classes MapBiomas.

CLASSES	DESCRIÇÃO
Formação Florestal (FF)	Apresenta Floresta Ombrófila Densa e Aberta, Florestas Estacionais (Sempre-Verde, Semidecidual e Decidual), além de Savanas Arborizadas e áreas impactadas por fogo ou exploração. Inclui florestas em regeneração e florestas de bambu localizadas na região do Ácre.
Floresta Alagável (FA)	É uma floresta que cresce nas extremidades do rio, em áreas que alagam continuamente ou sempre ficam alagadas, apresentam matas de várzea ou matas de igapó.
Campo Alagado e Área Pantanosa (CAAP)	São áreas com vegetação várzea ou campestre que estão sujeitas a alagamentos sazonais ou permanentes, sendo influenciados por rios ou lagos.
Formação Campestre (FC)	Áreas com vegetação predominante de herbácea, como savanas e campinaranas.
Pastagem (PA)	Áreas utilizadas para agropecuária, com pastagem plantada ou de forma natural, apresentando vegetação herbácea, gramíneas e arbustos de pequeno porte.
Área Urbanizada (AU)	Região com alta concentração de prédios e vias, podendo apresentar espaços livres que não estão sujeitos a construções.
Outras Áreas Não Vegetadas (OANV)	Áreas com superfícies não permeáveis, como construções, expansão urbana ou até mineração, não se enquadram em uma classificação específica.
Rio, Lago e Oceano (RLO)	Representa corpos d'água naturais e artificiais, incluindo rios, lagos, reservatórios e áreas costeiras oceânicas.
Outras Lavouras Temporárias (OLT)	Áreas destinadas a cultivos agrícolas de ciclo curto ou médio, com plantas que completam seu desenvolvimento em menos de um ano e, após a colheita, precisam ser replantadas para continuar a produção.

Fonte: MapBiomas (2024b).

Visando diminuir erros de classificação no Trecho de Vazão Reduzida (TVR), no curso do rio Xingu, os pixels classificados como "Pastagem" pelo MapBiomas foram reclassificados como "Outras Áreas Não Vegetadas". Essa alteração visa destacar os pedrais da região, que são formações rochosas naturais e visíveis especialmente em períodos de vazão reduzida (MPGE, 2008).

O método utilizado para a análise foi a geração de matrizes de transição. Esse método é utilizado para a detecção de mudanças no UCT, que são extremamente importantes para entender como o ambiente está sendo modificado ao longo do tempo, auxiliando na visualização dessas mudanças. Segundo Bagwan e Gavali (2021), a matriz de transição é uma das técnicas amplamente utilizadas para detectar mudanças na cobertura do solo, permitindo representar as transformações espaço-temporais em forma

Jan-Dez/2026, v1., n.9
e-ISSN: **2675-2956**
DOI: https://doi.org/10.65573/rescx.v1n9.0037

de tabela.

Para a utilização de uma matriz de transição se faz necessário obter mapas de dois períodos, para que seja possível identificar as principais alterações entre os espaços temporais. Nessa matriz, as linhas representam as categorias do primeiro espaço temporal (Tempo 1) e as colunas representam o segundo espaço (Tempo 2), permitindo observar tanto a persistência das categorias, quanto às transições entre diferentes classes. A matriz também mostra os totais por linha e por coluna, incluindo informações de ganhos e perdas brutas de cada categoria ao longo do tempo, e a diferença entre esses valores brutos é chamado de mudança líquida (Pontius; Shusas; Mceachern, 2004).

Tabela 1 - Matriz de transição.

Tempo 1	Tempo 2				Perda Bruta (T1)	Perda Líquida (T1)
	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Total (T1)		
Classe 1	P11	P12	P13	P+1	(P+1) - (P11)	
Classe 2	P21	P22	P23	P+2	(P+2) - (P22)	Perda Bruta - Ganho Bruto (classe)
Classe 3	P31	P32	P33	P+3	(P+3) - (P33)	
Total (T2)	P+1	P+2	P+3			
Ganho Bruto (T2)	(P+1) - (P11)	(P+2) - (P22)	(P+3) - (P33)			
Ganho Líquido (T2)	Ganho Bruto - Perda Bruta (classe)					

Fonte: autores (2025).

Além das matrizes, foram elaborados mapas temáticos para os anos analisados, com base em dados disponibilizados pelo MapBiomas (2024a). Os mapas temáticos são amplamente reconhecidos como ferramentas fundamentais na análise de transformações ambientais por facilitarem a compreensão de informações complexas e fornecerem representações visuais claras dos processos territoriais em curso.

Conforme afirmam Araújo Filho, Meneses e Sano (2009), esses mapas são essenciais para subsidiar programas de monitoramento ambiental, ações de preservação da biodiversidade, projetos de zoneamento ambiental e socioeconômico, além de contribuir diretamente para a ocupação planejada do espaço geográfico.

Por fim, foi realizada a análise de intensidade (IA), proposta por Aldwaik e Pontius (2012), permitindo quantificar e verificar as mudanças nas categorias de UCT ao longo do tempo, por meio da comparação real das matrizes de transição com a possibilidade de mudança uniforme. Essa metodologia possibilita a identificação da magnitude de transições, mais ou menos intensas, entre os períodos. O método é aplicado através do pacote ‘OpenLand’ (Exavier; Zeilhofer, 2020) disponível no Software RStudio.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período de 2010 a 2011 (Tabela 1; Figura 2), a dinâmica de UCT revelou transformações expressivas entre as diferentes classes, com destaque para os saldos líquidos obtidos a partir do balanço entre ganhos e perdas. A classe de FF apresentou a maior perda líquida, totalizando -25,05 km². Em contraste, a classe PA registrou o maior ganho líquido, com um saldo positivo de +26,45 km². A classe de FC apresentou uma perda líquida de -6,17 km² e a classe OAV também obteve uma perda líquida de -4,02 km².

RESCX Revista de Educação, Saúde e Ciências do Xingu
Jan-Dez/2026, v1., n.9
e-ISSN: **2675-2956**
DOI: https://doi.org/10.65573/rescx.v1n9.0037

Por outro lado, algumas classes apresentaram saldos positivos, indicando uma expansão líquida ao longo do tempo. A classe de FA obteve um ganho líquido de +3,31 km², enquanto a classe de CAAP registrou um aumento de +3,94 km². A classe de RLO também apresentou ganho, com saldo positivo de +1,62 km². A classe de AU teve um pequeno crescimento, com ganho líquido de +0,67 km². Já a classe de OLT apresentou uma perda líquida de -0,75 km².

No período de 2011 a 2012, observou-se uma variação significativa nas classes de UCT. PA apresentou a maior perda líquida, totalizando -9,31 km². Em contrapartida, a classe de CAAP destacou-se com o maior ganho líquido, atingindo +15,28 km². A classe de OAV também registrou declínio, com uma perda líquida de -5,40 km², enquanto a classe de RLO teve uma perda de -1,77 km².

Entre os ganhos mais modestos, destacam-se a classe de AU, com um aumento líquido de +1,51 km², a classe de FF, com +1,17 km², e a classe de FC, com um acréscimo de +0,49 km². Por outro lado, a classe de OLT apresentou uma perda líquida de -1,48 km², enquanto a classe de FA teve uma redução de -0,48 km².

Tabela 2 - Ganhos e perdas brutos/líquidos entre 2010-2011 e 2011-2012.

CLASSES	2010		2011		2011		2012	
	PB	PL	GB	GL	PB	PL	GB	GL
FF	42,07	**25,05**	17,02	0	35,76	0	36,93	**1,17**
FA	8,1	0	11,41	**3,31**	10,73	**0,48**	10,24	0
CAAP	11,3	0	15,25	**3,94**	7,86	0	23,14	**15,28**
FC	8,08	**6,17**	1,91	0	2,04	0	2,53	**0,49**
PA	22,32	0	48,77	**26,45**	50,54	**9,31**	41,23	0
AU	0,04	0	0,71	**0,67**	0,03	0	1,54	**1,51**
OANV	6,49	**4,02**	2,47	0	8,96	**5,4**	3,56	0
RLO	17,05	0	18,67	**1,62**	15,45	**1,77**	13,68	0
OLT	0,86	**0,75**	0,1	0	1,91	**1,48**	0,43	0

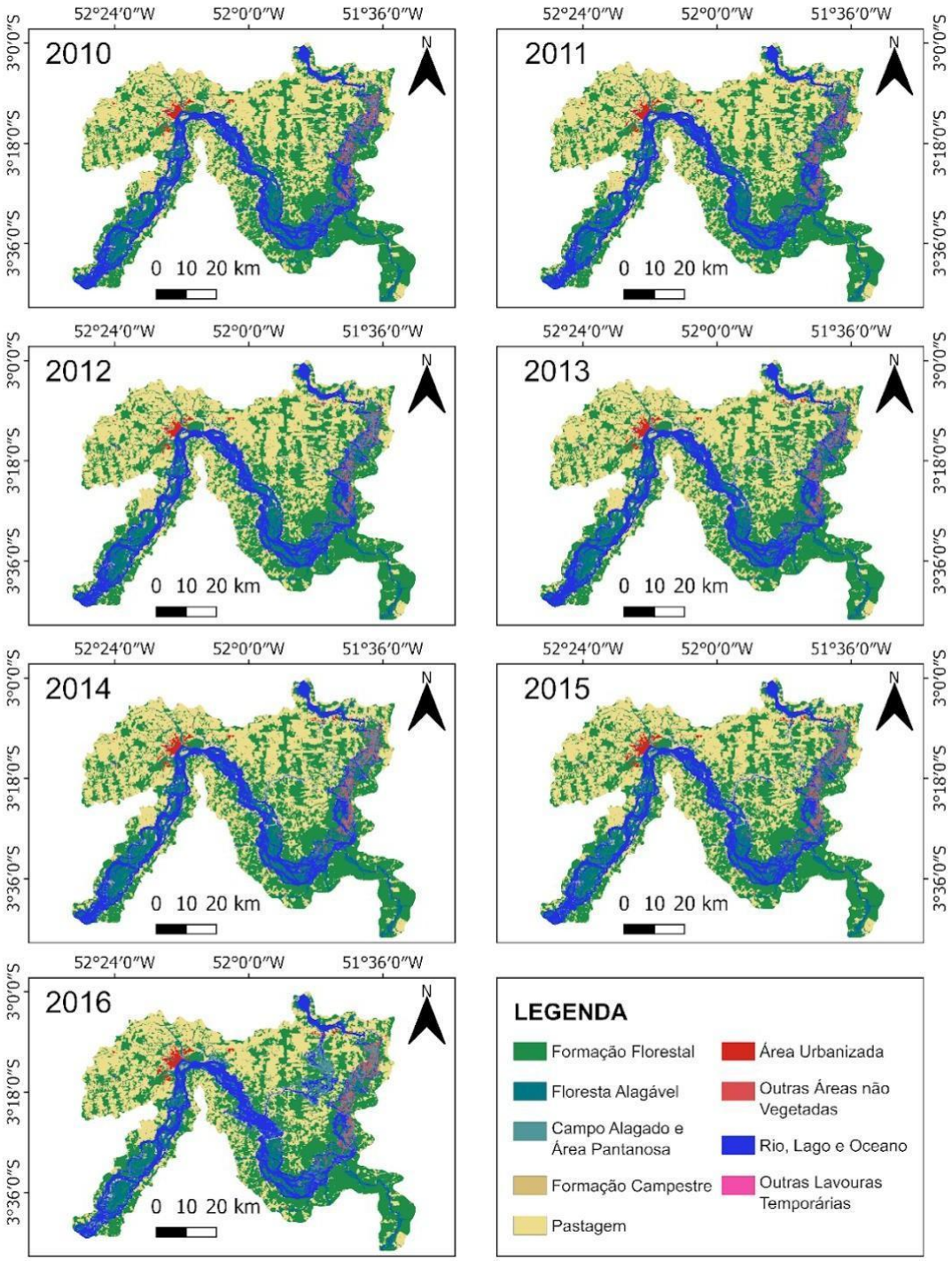
Fonte: autores (2025).

Durante esses períodos, a UHBM já havia obtido a Licença Prévia (nº 342/2010), emitida no início de 2010, bem como as Licenças de Instalação (nº 770/2011 e nº 795/2011), concedidas pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) à empresa Norte Energia. O intervalo entre 2010 e 2011 antecede o marco legal estabelecido com a promulgação do novo Código Florestal Brasileiro (CFB), instituído pela Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, bem como a criação de instrumentos estratégicos de monitoramento ambiental, como o Cadastro Ambiental Rural (CAR), também instituído em 2012 (Brasil, 2012).

As alterações observadas na cobertura da terra na AID da UHBM entre os anos de 2010 e 2011 podem ser atribuídas a uma série de fatores alheios à instalação da usina, uma vez que as obras de construção foram oficialmente iniciadas apenas em 2011 (Messias *et al.*, 2021). Nesse contexto, a redução da classe de FF na região pode ter sido decorrente da expansão agropecuária, da ocorrência de desmatamento ilegais e pela ampliação das áreas urbanas (Miranda Neto; Herreira, 2018). Esses processos refletem a dinâmica de mudanças do uso da terra impulsionada pela crescente pressão sobre o espaço urbano e sobre as infraestruturas locais, resultado direto do expressivo fluxo migratório para a região, motivado pelas expectativas geradas em torno do empreendimento hidrelétrico (Leme Engenharia *et al.*, 2009).

Jan-Dez/2026, v1., n.9
e-ISSN: **2675-2956**
DOI: https://doi.org/10.65573/rescx.v1n9.0037

Figura 2 - Mapas de uso e cobertura dos anos analisados.



Fonte: autores (2025).

Ainda que as obras tenham sido iniciadas oficialmente em 2011, o empreendimento já podia contar com atividades preparatórias, como abertura de vias de acesso, construção de instalações provisórias, terraplanagens e outras alterações, que podem influenciar nas mudanças na vegetação e na hidrografia.

Segundo Fleury e Almeida (2013), o IBAMA autorizou oficialmente o início das obras da UHBM em 1º de junho de 2011, aproximadamente quatro meses após a emissão da Licença Prévia. No entanto, é importante destacar que duas Licenças de Instalação foram emitidas ao longo do processo: a Licença de Instalação nº 770, concedida em fevereiro de

RESCX Revista de Educação, Saúde e Ciências do Xingu
Jan-Dez/2026, v1., n.9
e-ISSN: **2675-2956**
DOI: https://doi.org/10.65573/rescx.v1n9.0037

2011, que autorizava apenas a instalação dos canteiros de obras; e a Licença de Instalação nº 795, emitida em junho de 2011, que permitia a instalação efetiva da usina.

Nesse sentido, Freire, Lima e Silva (2018) destacam que, com o início das obras, ocorreu um aumento significativo do fluxo migratório na região, conforme já previsto pelo EIA, que estimava um crescimento populacional de 90 mil pessoas. Esse movimento populacional contribuiu para a expansão urbana da cidade, impulsionando novos empreendimentos imobiliários, como loteamentos (Oliveira; Rocha, 2017).

Então, observa-se que a expansão líquida das AU está diretamente relacionada ao aumento do fluxo migratório motivado pelas oportunidades de trabalho, conforme apontado por Miranda Neto e Herrera (2018).

No período de 2012-2013 (Tabela 3) a classe FF apresentou um ganho líquido de +23,08 km². A classe FA registrou um ganho de +2,34 km², enquanto a classe CAAP também teve crescimento, com um ganho líquido de +3,92 km². Por outro lado, a classe FC apresentou uma perda líquida de -1,24 km². A classe PA destacou-se como a que apresentou a maior perda líquida do período, totalizando -46,84 km². A classe AU teve um pequeno ganho líquido de +3,06 km², e a classe OAV registrou um ganho de +3,33 km². Já a classe RLO apresentou o segundo maior ganho líquido do período, somando +12,46 km². Por fim, a classe OLT teve uma perda líquida discreta de -0,11 km².

Para o período de 2013-2014, a classe FF, assim como nos períodos anteriores, manteve-se em expansão, registrando um ganho líquido de +14,66 km². A classe FA também apresentou acréscimo, com um ganho líquido de +0,23 km². A CAAP seguiu na mesma direção, com um aumento líquido expressivo de +23,78 km². Já a classe FC apresentou crescimento, com ganho líquido de +3,85 km².

Por outro lado, a classe PA apresentou um declínio de área, com uma perda líquida de -19,52 km². A AU manteve a trajetória de crescimento observada nos períodos anteriores, registrando um ganho líquido de +1,38 km². A classe OAV também seguiu essa tendência, com ganhos de +10,13 km². A RLO, por sua vez, apresentou a maior perda líquida do período, totalizando -34,40 km². Por fim, a classe OLT registrou uma pequena perda líquida de -0,12 km².

Tabela 3 - Ganhos e perdas brutos/líquidos entre 2012-2013 e 2013-2014.

CLASSES	2012		2013		2013		2014	
	PB	PL	GB	GL	PB	PL	GB	GL
FF	38,33	0	61,41	**23,08**	32,17	0	46,82	**14,66**
FA	14,82	0	17,16	**2,34**	15,16	0	15,39	**0,23**
CAAP	17,52	0	21,44	**3,92**	10,76	0	34,54	**23,78**
FC	2,37	**1,24**	1,13	0	0,7	0	4,56	**3,85**
PA	86,16	**46,84**	39,32	0	59,89	**19,52**	40,37	0
AU	0,04	0	3,1	**3,06**	0,04	0	1,42	**1,38**
OANV	3,28	0	6,61	**3,33**	1,46	0	11,59	**10,13**
RLO	13,63	0	26,09	**12,46**	43,94	**34,4**	9,55	0
OLT	0,33	**0,11**	0,22	0	0,36	**0,12**	0,24	0

Fonte: autores (2025).

Durante esse período, além do avanço das obras da UHBM e das infraestruturas associadas, como estradas, alojamentos e canteiros de obras, foi implementado o Plano Básico Ambiental do Componente Indígena (PCA-CI), com autorização da Funai em 2012 (Norte Energia, 2025). Esse plano, juntamente com o Plano Básico Ambiental (PBA), teve como objetivo orientar a execução dos programas socioambientais do empreendimento,

Jan-Dez/2026, v1., n.9
e-ISSN: **2675-2956**
DOI: https://doi.org/10.65573/rescx.v1n9.0037

além de estabelecer estratégias e medidas para a gestão e mitigação dos impactos ambientais, conforme destaca Carvalho Souza (2021).

No mesmo período, com a promulgação da Lei nº 12.651/2012, conhecida como o novo CFB, foram instituídas normas gerais sobre a proteção da vegetação nativa, incluindo diretrizes para Áreas de Preservação Permanente (APP), Reserva Legal e uso sustentável dos recursos naturais. Essa legislação também introduziu o CAR, um importante instrumento de regularização ambiental, que visa integrar as informações ambientais de imóveis rurais (Brasil, 2012). Nesse sentido, tais marcos legais passaram a influenciar significativamente os impactos relacionados às práticas de uso e ocupação da terra, especialmente em regiões com forte pressão antrópica, como a área de influência da UHBM.

A partir de 2012, as perdas de cobertura florestal passaram a refletir a importância das legislações ambientais na contenção do desmatamento. Essas transformações evidenciam as leis de proteção ambiental, das ferramentas de monitoramento e dos instrumentos de controle (Pinto *et al*., 2014). De acordo com Cortes (2023), essas normas não apenas inibem práticas irregulares, como o desmatamento ilegal, mas também asseguram o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado e contribuem para a regularização de atividades rurais, evitando danos irreversíveis.

Dessa forma, é possível estabelecer uma relação entre os ganhos e perdas ocorridos no período analisado. O aumento da FF evidencia a eficácia das legislações ambientais voltadas à proteção da vegetação nativa, especialmente após a promulgação do novo CFB (Brasil, 2012). Por outro lado, o avanço significativo das obras também contribui para a expansão de outras classes, como AU e OAV, em decorrência da demanda por áreas destinadas à instalação da infraestrutura, o que por sua vez refletiu em perdas expressivas de cobertura vegetal.

Entre 2014 e 2015 (Tabela 4) a classe FF continuou com seu saldo positivo, registrando um ganho líquido de +12,09 km². A FA também apresentou um cenário de estabilidade, com um ganho líquido de +3,00 km². A categoria CAAP demonstrou uma expansão expressiva, com um ganho líquido de +18,31 km². Em contrapartida, a FC apresentou retração territorial, com uma perda líquida de -2,16 km².

A classe PA foi, novamente, a mais impactada negativamente, registrando a maior perda líquida do período, totalizando -30,19 km². A AU manteve-se com saldo neutro, apresentando um leve aumento líquido de +1,97 km². A OAV teve um resultado moderadamente negativo, encerrando o período com um declínio líquido de -1,05 km². A RLO apresentou um saldo negativo líquido de -1,97 km². Por sua vez, a classe OLT mostrou uma pequena variação negativa, encerrando o ano com uma perda líquida de -0,01 km².

Para 2015 a 2016 a classe FF apresentou uma redução moderada, com uma perda líquida de -17,66 km². No caso da FA, o cenário foi de queda acentuada, com um saldo negativo de -43,92 km². A classe CAAP se consolidou como a que mais cresceu, com um ganho líquido expressivo de +99,84 km². Em relação à FC, foi registrado um pequeno ganho líquido de +1,51 km².

A PA, que vinha registrando retração, continuou com seu histórico de classe com maiores perdas líquidas, totalizando um valor expressivo de -103,95 km². A classe AU manteve-se estável, com um leve ganho líquido de +0,33 km². A OAV apresentou um acréscimo líquido de +5,68 km². A classe RLO teve um desempenho positivo, posicionando-se como a segunda classe com maiores ganhos líquidos no período, com +58,25 km². Por fim, a classe OLT demonstrou uma pequena variação, com uma baixa perda líquida de -0,08 km².

Jan-Dez/2026, v1., n.9
e-ISSN: **2675-2956**
DOI: https://doi.org/10.65573/rescx.v1n9.0037

Tabela 4 - Ganhos e perdas brutos/líquidos entre 2014 e 2015 - 2015 e 2016.

CLASSES	2014		2015		2015		2016	
	PB	PL	GB	GL	PB	PL	GB	GL
FF	30,58	0	42,67	**12,09**	58,52	**17,66**	40,86	0
FA	12,51	0	15,51	3	54,85	**43,92**	10,93	0
CAAP	13,8	0	32,11	**18,31**	25,58	0	125,42	**99,84**
FC	3,81	**2,16**	1,65	0	1,32	0	2,83	**1,51**
PA	62,45	**30,19**	32,26	0	142,36	**103,95**	38,41	0
AU	0,03	0	2,01	**1,97**	0,16	0	0,49	**0,33**
OANV	4,14	**1,05**	3,1	0	4,03	0	9,71	**5,68**
RLO	19,9	**1,97**	17,93	0	38,04	0	96,29	**58,25**
OLT	0,3	**0,01**	0,29	0	0,3	**0,08**	0,22	0

Fonte: autores (2025).

De acordo com Fainguelernt (2016), por volta de 2014, embora as obras da UHBM estivessem próximas da conclusão, a Licença de Operação ainda não havia sido emitida. O IBAMA concedeu a Licença de Operação n° 1317/2015 em novembro de 2015, autorizando o início do enchimento dos reservatórios.

A construção de usinas hidrelétricas, como a de Belo Monte, gerou uma série de impactos no meio ambiente e nas dinâmicas socioeconômicas da região amazônica (Fainguelernt, 2020). A análise dos dados de uso e cobertura da terra nesse período revela poucas variações nas classes entre 2014 e 2015. Entretanto, de 2015 para 2016, observam-se mudanças significativas no uso do solo na área de influência da usina.

A classe de FF apresentou aumento entre 2014 e 2015, seguido de perdas elevadas nos anos seguintes, refletindo os impactos do enchimento do reservatório nas classes de FF e PA. A implantação da UHBM, promoveu diversas alterações nas classes de UCT, causando mudanças significativas na paisagem, especialmente na transformação de áreas naturais em ambientes alagados. Observa-se um aumento expressivo da classe CAAP, bem como da classe de RLO, enquanto há uma redução da classe FA.

Essas transformações refletem o efeito do enchimento dos reservatórios, resultado da construção da barragem, que resulta na ampliação de áreas permanentemente ou temporariamente inundadas. Segundo Freire, Lima e Silva (2018), esses ambientes alagados podem favorecer a formação de novos habitats aquáticos que contribuem para a biodiversidade, fornecendo ambientes essenciais para espécies aquáticas e aves, além de auxiliar na manutenção dos recursos hídricos. Entretanto, esses mesmos ambientes provocam a perda da diversidade vegetal e animal nativas, prejudicando a biodiversidade local.

O fluxo do rio Xingu sofreu um grande desvio para um canal artificial, resultando na formação de um TVR, o que contribui para a redução das vazões naturais e o alagamento de áreas rurais e ribeirinhas (Freire; Lima; Silva, 2018). Isso ocasionou o aumento expressivo das classes de CAAP e RLO, e a redução da classe FA.

Segundo Fernandez (2023), o reservatório modificou o ciclo natural de cheias do rio Xingu, afetando diretamente a dinâmica da vegetação inundável e provocando perdas na biodiversidade local. Esses impactos revelam como grandes empreendimentos de infraestrutura, quanto instalados em áreas sensíveis e sem o devido planejamento socioambiental, podem causar alterações irreversíveis na paisagem e nos modos de vida tradicionais das populações locais.

A expansão de AU e OAV representa um impacto significativo no crescimento urbano

Jan-Dez/2026, v1., n.9
e-ISSN: **2675-2956**
DOI: https://doi.org/10.65573/rescx.v1n9.0037

da cidade, especialmente após a instalação da UHBM. Segundo Miranda Neto e Herrera (2018), essa expansão foi impulsionada pelo processo de instalação da hidrelétrica, que promoveu um crescimento acelerado da malha urbana. A expansão urbana, que ultrapassou 50%, foi alimentada por novas instalações de habitação e uso coletivo, público e privadas, alterando a estrutura da cidade.

De acordo com Carvalho, Conceição e Amaral (2019), a expansão física da cidade foi ligeiramente promovida pelos Reassentamentos Urbanos Coletivos (RUCs) e loteamentos privados, resultando na ocupação de áreas anteriormente não urbanizadas. Isso contribuiu para a maior circulação de pessoas, bens, serviços e atividades econômicas na região, em resposta às demandas associadas ao projeto da hidrelétrica, que colocou Altamira em uma posição de centralidade regional. A infraestrutura urbana precisou se ajustar para acomodar a população tanto local realocada quanto os trabalhadores oriundos de outras regiões.

Entretanto, o aumento de AU e OAV, que compreendem espaços construídos e de ocupação humana direta, reflete a intensificação da ocupação territorial nem sempre acompanhada de um planejamento adequado. Embora apresentem crescimento econômico e populacional, também acarretam desafios na gestão urbana local. O crescimento urbano desordenado pode levar à formação de bairros desconectados do centro urbano, com infraestrutura precária e maiores vulnerabilidades sociais e ambientais (Miranda Neto; Herrera, 2017).

Além dos impactos sobre o ecossistema aquático, a construção da usina hidrelétrica provocou o desmatamento de vastas áreas, inclusive áreas anteriormente destinadas à agricultura, resultando na perda de habitats e no deslocamento ou extinção de espécies da fauna e flora, incluindo espécies endêmicas (Costa *et al*., 2019). A principal fonte de impacto para a classe PA ocorreu com a inauguração da usina, quando essas áreas foram completamente inundadas.

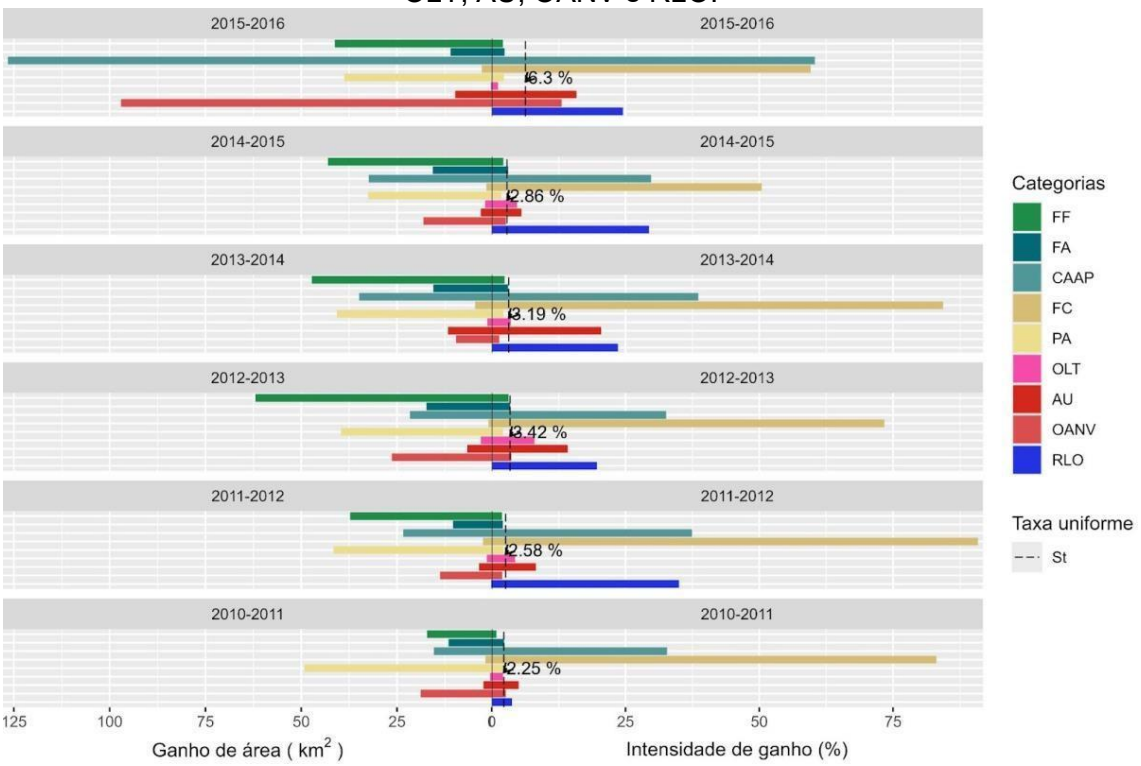
Freire, Lima e Silva (2018) destacam que as transformações de uso e cobertura da terra em razão da UHBM resultaram na destinação de áreas para usos distintos dos tradicionais, como a conversão de pastagens em ambientes alagados. Comunidades locais, incluindo agricultores e ribeirinhos do entorno, precisaram se adaptar às mudanças induzidas pelo projeto, como o alagamento de áreas tradicionais de cultivo ou o deslocamento forçado de populações locais.

A Figura 3 apresenta o ganho em área (km², à esquerda) e em intensidade (%; à direita) para as diferentes classes de uso e cobertura da terra no período analisado. Os períodos de 2012 a 2013 e 2015 a 2016 destacaram-se por apresentar as maiores intensidades (St) de ganho, com as maiores taxas uniformes (St), registrando valores de 3,42% e 6,3%, respectivamente. As classes que apresentaram maiores intensidades de ganhos nesses períodos foram FA, CAAP, FC, OLT, AU, OANV e RLO. Esse padrão pode estar associado à conversão de áreas naturais em decorrência das obras de infraestrutura e do crescimento das atividades relacionadas ao empreendimento. Esse cenário reforça os achados de Jiang (2018), que destaca a alteração do regime hídrico e a conversão da vegetação como consequência direta da implantação de hidrelétricas.

Nos demais períodos (2010-2011, 2011-2012, 2013-2014 e 2014-2015), as intensidades (St) de ganho também oscilaram entre 2,25% e 3,19%, com valores próximos ou ligeiramente superiores à taxa uniforme. Os ganhos estavam distribuídos entre as classes, com destaque para as contínuas expansões de CAAP, FC, OLT, AU e OANV, o que sugere um processo contínuo de transformação da paisagem ao longo do tempo. Os ganhos na classe RLO também foram expressivos, relacionados às modificações do regime hídrico promovidas pela instalação do empreendimento.

Jan-Dez/2026, v1., n.9
e-ISSN: **2675-2956**
DOI: https://doi.org/10.65573/rescx.v1n9.0037

Figura 3. Análise de Intensidade de ganho por categoria para os intervalos de 2010-2011, 2011-2012, 2013-2014, 2014-2015 e 2015-2016 para as classes de FF, FA, CAAP, FC, PA, OLT, AU, OANV e RLO.



Fonte: autores (2025).

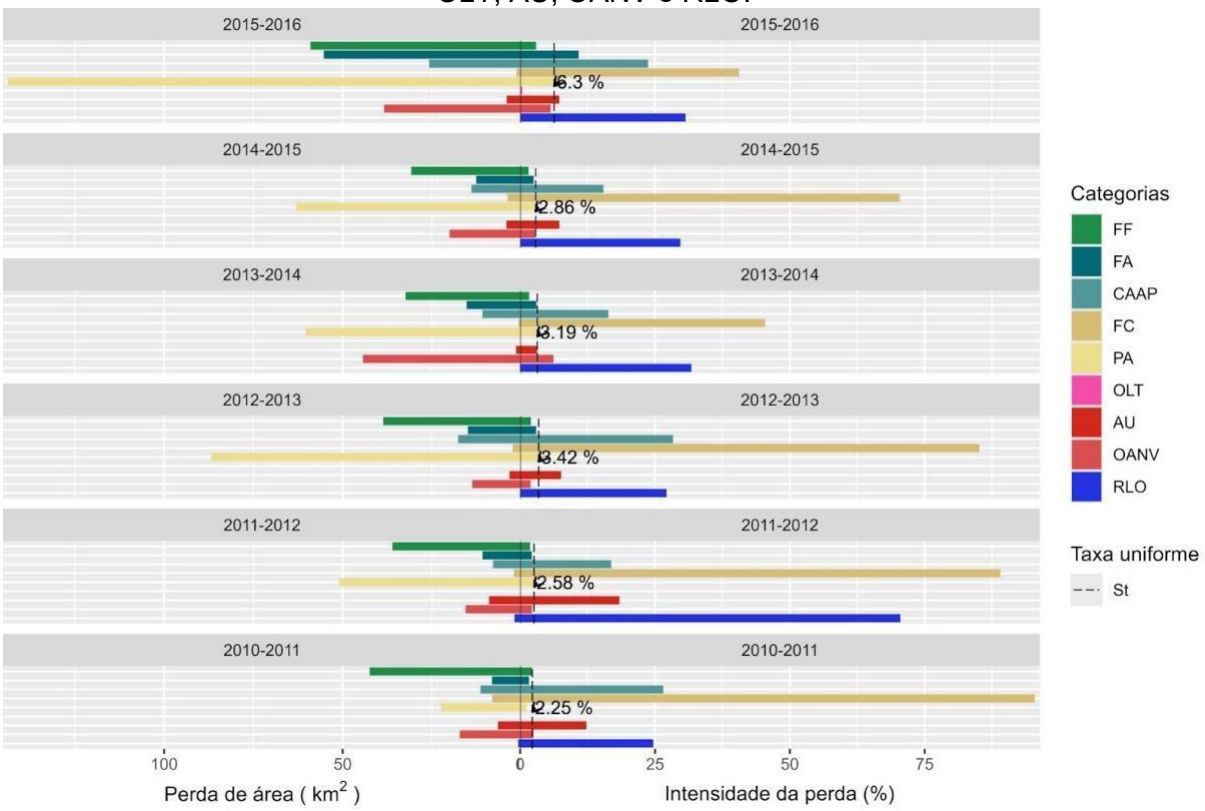
Legenda: As áreas de que se estendem à esquerda mostram a área bruta anual de ganhos, enquanto as áreas que se estendem à direita mostram a intensidade dos ganhos anuais dentro de cada categoria.

A Figura 4 representa a perda de área (km²; à esquerda) e a intensidade de perda (%; à direita) para as mesmas classes nos períodos analisados. No intervalo de 2015 a 2016, várias classes ultrapassaram a taxa uniforme (St), revelando um cenário de mudanças profundas e aceleradas. Destacam-se as classes FC, PA e AU, provavelmente suprimidas em razão do alagamento decorrente do enchimento dos reservatórios. As perdas observadas nas classes CAAP, FA e RLO podem refletir alterações ao longo do leito do rio, principalmente no TVR. De acordo com Freire, Lima e Silva (2018), essas transformações resultam, em grande parte, do desvio do rio Xingu para um canal artificial, o que contribui para as mudanças nessas classes.

O segundo período com maior variação de intensidade de perda foi de 2012 a 2013, com alterações nas mesmas classes observadas em 2015-2016, exceto pela classe FA, que não ultrapassou a taxa uniforme. Assim como ocorreu na intensidade de ganhos (Figura 3), os demais períodos mantiveram-se oscilando entre intensidades de 2,25% a 2,86%, com perdas expressivas principalmente nas classes FC, CAAP, AU, OANV e RLO.

Jan-Dez/2026, v1., n.9
e-ISSN: **2675-2956**
DOI: https://doi.org/10.65573/rescx.v1n9.0037

Figura 4. Análise de Intensidade de perda por categoria para os intervalos de 2010-2011, 2011-2012, 2013-2014, 2014-2015 e 2015-2016 para as classes de FF, FA, CAAP, FC, PA, OLT, AU, OANV e RLO.



Fonte: autores (2025).

Legenda: As áreas de que se estendem à esquerda mostram a área bruta anual de perdas, enquanto as áreas que se estendem à direita mostram a intensidade de perdas anuais dentro de cada categoria.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A instalação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte entre 2010 e 2016 gerou mudanças profundas nas dinâmicas de uso e cobertura da terra na região, refletindo um processo de transformação acelerado impulsionado por um empreendimento de grande porte. Essas mudanças afetaram não apenas o meio físico, mas também as estruturas sociais e econômicas locais.

A construção da usina exigiu mudanças significativas na paisagem natural, especialmente na forma de desmatamento, supressão vegetal nativa, terraplanagem e alagamento de extensas áreas. O enchimento do reservatório converteu ambientes naturais em corpos hídricos permanentes ou temporários, alterando os padrões hidrológicos e exigindo a realocação de atividades humanas e adaptações dos ecossistemas.

Do ponto de vista social, a região vivenciou intensa migração e reestruturação urbana, com a chegada de vários trabalhadores e famílias atraídas pelas oportunidades geradas pela obra. A partir do incremento de novos bairros, assentamentos urbanos coletivos, loteamentos privados e conjuntos habitacionais que passaram a ocupar áreas que antes não eram urbanizadas, houve um crescimento urbano acelerado, redefinindo os limites das cidades afetadas e alterando suas configurações territoriais.

Esse crescimento, embora tenha gerado avanços econômicos e de infraestrutura no curto prazo, trouxe também desafios expressivos, como ocupações precárias, pressão

Jan-Dez/2026, v1., n.9
e-ISSN: **2675-2956**
DOI: https://doi.org/10.65573/rescx.v1n9.0037

sobre recursos naturais, aumento da geração de resíduos e intensificação da poluição local.

No campo econômico, a substituição das atividades agrícolas por empregos na construção civil modificou a estrutura produtiva local, promovendo o esvaziamento das práticas tradicionais de cultivo e a redução das áreas destinadas à agricultura e pastagem. Isso reflete uma transição do uso da terra voltado à produção rural para um outro modelo mais industrializado, com foco nas demandas da usina e nas dinâmicas econômicas.

Outro aspecto relevante destacado é o impacto sobre as populações tradicionais, especialmente ribeirinhos e comunidades que viviam da pesca e agricultura nas margens do Xingu. A alteração do curso natural do rio Xingu, com a criação de canais artificiais e o surgimento do TVR, foi evidenciado pela dinâmica nas classes de RLO e FA.

Na área de estudo, as maiores perdas foram observadas nas classes FA, CAAP, FC, PA, AU e RLO. Em contrapartida, os maiores ganhos ocorreram nas classes CAAP, FC, OLT, AU e RLO, indicando alterações significativas ao longo do corpo hídrico. Esses resultados evidenciam, simultaneamente, a recuperação de áreas por vegetação e a expansão de áreas antropizadas.

Portanto, as mudanças ocorridas entre 2010 e 2016 revelam a complexidade dos impactos gerados por grandes obras hidrelétricas em regiões ambiental e socialmente frágeis, como a Amazônia. Não se tratando apenas de alterações no uso da terra, mas de transformações estruturais que afetam profundamente a relação entre sociedade e natureza.

É fundamental reconhecer que, embora a hidrelétrica tenha promovido avanços na geração de energia e desenvolvimento regional, esses benefícios vieram acompanhados de perdas significativas para o meio ambiente e populações locais. Isso reforça a urgência de processos de licenciamento mais rigorosos, participativos e transparentes, visando a antecipação, mitigação e compensação dos efeitos negativos gerados.

Por fim, a análise das mudanças no uso e cobertura da terra constitui um importante indicador para compreender os efeitos cumulativos de empreendimento desse porte, destacando a necessidade de promover modelos de desenvolvimento que conciliam o crescimento econômico, preservação ambiental e proteção das culturas locais, garantindo um futuro mais equilibrado e sustentável para a região amazônica.

REFERÊNCIAS

ALDWAIK, S. Z.; PONTIUS, R. G. Intensity analysis to unify measurements of size and stationarity of land changes by interval, category, and transition. **Landscape and Urban Planning**, v. 106, n.1, p.103–114, 2012. Disponível em: 10.1016/j.landurbplan.2012.02.010. Acesso em: 24 jun. 2025.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, José Leonardo de Moraes; SPAROVEK, Gerd. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 1 dez. 2013. Schweizerbart. Disponível em: https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507. Acesso em: 07 fev. 2025.

AMIN, M. M. A Amazônia na geopolítica mundial dos recursos estratégicos do século xxi. **Revista Crítica de Ciências Sociais**, n. 107, p. 17-38, 1 set. 2015. OpenEdition. Disponível em: http://dx.doi.org/10.4000/rccs.5993. Acesso em: 14 jan. 2025.

ARAÚJO FILHO, M. C.; MENESES, P. R.; SANO, E. E. Sistema de classificação de uso e cobertura da terra com base na análise de imagens de satélite. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 59, n. 2, p. 171-179, 2009. PPUFU - Portal de Periódicos da Universidade Federal de Uberlândia. Disponível em: http://dx.doi.org/10.14393/rbcv59n2-44902. Acesso

Jan-Dez/2026, v1., n.9
e-ISSN: **2675-2956**
DOI: https://doi.org/10.65573/rescx.v1n9.0037

em: 20 mar. 2025.

BAGWAN, W. A.; GAVALI, R. S. Dam-triggered Land Use Land Cover change detection and comparison (transition matrix method) of Urmodi River Watershed of Maharashtra, India: a remote sensing and gis approach. **Geology, Ecology and Landscapes**, v. 7, n. 3, p. 189-197, 13 jul. 2021. Informa UK Limited. Disponível em: https://doi.org/10.1080/24749508.2021.1952762. Acesso em: 14 jan. 2025.

BARROSO, L. R; MELLO, P. P. C. Como salvar a Amazônia: por que a floresta de pé vale mais do que derrubada. **Revista de Direito da Cidade**, v. 12, n. 2, p. 1262-1307, 21 maio de 2020. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Disponível em: http://dx.doi.org/10.12957/rdc.2020.50980. Acesso em: 10 fev. 2025.

BRASIL. Lei n.º 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº s 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nº s 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2012b. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 13 mar. 2025.

BUSATO, M. A; NOTHAFT, S. C. S; FELIPE, M. R; GRISOTTI, M. Impactos à saúde humana em regiões de implantação de empreendimentos hidrelétricos: uma revisão integrativa da literatura. Hygeia - **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 16, p. 373-385, 7 dez. 2020. PPUFU - Portal de Periódicos da Universidade Federal de Uberlândia. Disponível em: http://dx.doi.org/10.14393/hygeia16056623. Acesso em: 10 mar. 2025.

CARVALHO SOUZA, G. F. Plano Básico Ambiental (PBA). 2021. Blog Gustavofcsouza. Disponível em: https://gustavofcsouza.com.br/plano-basico-ambiental/. Acesso em: 20 mar. 2025.

CARVALHO, G. B.; CONCEIÇÃO, R. S.; AMARAL, M. D. B. Reestruturação urbana da cidade de Altamira (Pará) a partir da implantação da UHE Belo Monte. **InterEspaço: Revista de Geografia e Interdisciplinaridade**, Grajaú/MA, v. 5, n. 18, p. 01–22, set./dez. 2019. DOI: 10.18764/2446-6549.2019.16154. Disponível em: https://periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/interespaco/article/view/16154. Acesso em: 29 mai. 2025.

CORTES, F. A. Direito ambietal x agronegócio: a eficácia da lei perante a realidade das atividades agrícolas no Brasil. Recima21 - **Revista Científica Multidisciplinar** - Issn 2675-6218, v. 4, n. 12, p. 1-6, 2023. Disponível em: http://dx.doi.org/10.47820/recima21.v4i12.4586. Acesso em: 20 mar. 2025.

COSTA, J. F. V.; ALVES, N. S. M. Os recursos estratégicos da Amazônia brasileira e a cobiça internacional. **Revista Perspectiva**, p. 65–86, 2018. Disponível em: https://seer.ufrgs.br/index.php/RevistaPerspectiva/article/view/80679. Acesso em: 18 abr. 2025.

COSTA, S. T. L.; TEIXEIRA, D. S.; FARIAS, L. J. S.; MARQUIORO, G. S.; ANDRADE, S. M. S.; SILVA, J. A. C. Usina hidrelétrica de belo monte: análise multitemporal da produção

Jan-Dez/2026, v1., n.9
e-ISSN: **2675-2956**
DOI: https://doi.org/10.65573/rescx.v1n9.0037

de energia e impactos ambientais. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 8, n. 1, p. 224-237, 27 mar. 2019. Universidade Federal do Paraná. Disponível em: http://dx.doi.org/10.5380/rber.v8i1.55258. Acesso: 21 jan.2025.

DELAZERI, L. Determinantes do Desmatamento nos Municípios do Arco Verde – Amazônia Legal: uma abordagem econométrica. **Revista Economia Ensaios**, p. 11-34, 2016. EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia. Disponível em: http://dx.doi.org/10.14393/ree-v30n2a2016-1. Acesso em: 22 mar. 2025.

EXAVIER, R; ZEILHOFER, P. OpenLand: Software for Quantitative Analysis and Visualization of Land Use and Cover Change. **The R Journal**, v. 12, n. 2, p.359-371, 2020. Disponível em: https://journal.r-project.org/archive/2021/RJ-2021-021/RJ-2021-021.pdf Acesso em: 20 jun. 2025.

FAINGUELERNT, M. B. A trajetória histórica do processo de Licenciamento Ambiental da Usina Hidrelétrica de Belo Monte. **Ambiente & Sociedade**, v. 19, n. 2, p. 245–264, abr. 2016. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC0259R1V1922016. Acesso em: 03 mar. 2025.

FAINGUELERNT, M. B. Impactos da Usina Hidrelétrica de Belo Monte: uma análise da visão das populações ribeirinhas das reservas extrativistas da terra do meio. Civitas - **Revista de Ciências Sociais**, v. 20, n. 1, p. 43-52, 2020. EDIPUCRS. Disponível em: http://dx.doi.org/10.15448/1984-7289.2020.1.35906. Acesso em: 15 jan. 2025.

FUNDAÇÃO AMAZÔNIA DE AMPARO A ESTUDOS E PESQUISAS DO PARÁ (FAPESPA). **Estatística Municipal**: Altamira. Belém: FAPESPA, 2023. Disponível em: https://www.fapespa.pa.gov.br/wp-content/uploads/2024/04/Altamira.pdf. Acesso em: 29 maio 2025.

FERNANDEZ, K. A. M. **Changes in the Xingu River flooded vegetation caused by Belo Monte Dam**: an approach using cointegration analysis and remote sensing images. 2023. Dissertação (Mestrado em Geotectônica) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44141/tde-07122023-083728/. Acesso em: 15 jan. 2025.

FERREIRA, H. S.; SANTOS, G. S. S.; SANTOS, E. R.; SANTANA, G. M.; CARLETTO, L. D.; TAVEIRA, T. S. Impactos socioambientais da construção de hidrelétricas: uma revisão de literatura. Research, Society And Development, v. 13, n. 9, p. 1-16, 26 set. 2024. **Research, Society and Development**. Disponível em: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v13i9.45992. Acesso em: 04 fev. 2025.

FERREIRA, L. B.; PINHEIRO, L. S.; FREIRE, E. M. R. Impactos socioambientais na região de porto velho após a construção da hidroeletrica de santo antônio. **Revista Contemporânea**, v. 3, n. 6, p. 6260-6277, 22 jun. 2023. South Florida Publishing LLC. Disponível em: http://dx.doi.org/10.56083/rcv3n6-082. Acesso em: 04 fev. 2025.

FLEURY, L. C.; ALMEIDA, J. A construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte: conflito ambiental e o dilema do desenvolvimento. **Ambiente & Sociedade**, v. 16, n. 4, p. 141-156, dez. 2013. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: http://dx.doi.org/10.1590/s1414-753x2013000400009. Acesso em: 10 mar. 2025.

Jan-Dez/2026, v1., n.9
e-ISSN: **2675-2956**
DOI: https://doi.org/10.65573/rescx.v1n9.0037

FREIRE, L.; LIMA, J.; SILVA, E. Belo Monte: fatos e impactos envolvidos na implantação da usina hidrelétrica na região amazônica paraense. **Sociedade & Natureza**, v. 30, n. 3, p. 18-41, 2018. EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlandia. Disponível em: http://dx.doi.org/10.14393/sn-v30n3-2018-2. Acesso em: 02 mar. 2025.

Google Earth Engine. Google, 2025. Disponível em: https://earthengine.google.com/. Acesso em: 28 maio 2025.

GORELICK, N.; HANCHER, M.; DIXON, M.; ILYUSHCHENKO, S.; THAU, D.; MOORE, R. Google Earth Engine: planetary-scale geospatial analysis for everyone. **Remote Sensing Of Environment**, v. 202, p. 18-27, dez. 2017. Elsevier BV. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031. Acesso em: 30 fev. 2025.

JIANG, X. et al. Examining impacts of the Belo Monte hydroelectric dam construction on land-cover changes using multitemporal Landsat imagery. **Elsevier**, São Paulo, v. 97, p. 35-47, 2018. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0143622818302145?via%3Dihub. Acesso em: 10 mar. 2025.

LEME ENGENHARIA LTDA; CAMAGO CORRÊA; ANDRARE GUTIERREZ; ODEBRECHT; ELETROBRÁS; NORTE ENERGIA; MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **EIA**: Estudo de Impacto Ambiental- Aproveitamento hidrelétrico Belo Monte. Brasília, 2009. Acesso em: 21 abr. 2025.

LEMOS, D. A. N.; FERREIRA, B. G. A.; SIQUEIRA, J. D. P.; OLIVEIRA, M. M.; FERREIRA, A. M. Floristic and phytosociology in dense “terra firme” rainforest in the Belo Monte Hydroelectric Plant influence area, Pará, Brazil. **Brazilian Journal Of Biology**, v. 75, n. 31, p. 257-276, ago. 2015. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.01814bm. Acesso em: 27 mar. 2025.

MAPBIOMAS. **MapBiomas General “Handbook”**: Algorithm Theoretical Basis Document (ATBD). Collection 9. Version 1. 2024a. Disponível em: https://brasil.mapbiomas.org/wp-content/uploads/sites/4/2024/08/ATBD-Collection-9-v2.docx.pdf. Acesso em: 14 jan. 2025.

MAPBIOMAS. Descrição das classes da Legenda da Coleção 9 do MapBiomas Brasil. 2024c. Disponível em: https://brasil.mapbiomas.org/wp-content/uploads/sites/4/2024/08/Legenda-Colecao-9-Descricao-Detalhada-PDF-PT.pdf. Acesso em: 14 jan. 2025.

MELO, K. M. S. Usina Hidrelétrica de Belo Monte: lutas sociais e resistência na amazônia paraense. **Revista Katálysis**, v. 24, n. 1, p. 188-197, abr. 2021. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: http://dx.doi.org/10.1590/1982-0259.2021.e75250. Acesso em: 27 mar. 2025.

MESSIAS, C. G.; SILVA, D.; SILVA, M. B.; LIMA, T. C.; ALMEIDA, C. A. Análise das taxas de desmatamento e seus fatores associados na amazônia legal brasileira nas últimas três décadas. Raega - **O Espaço Geográfico em Análise**, v. 52, 2 set. 2021. Universidade Federal do Paraná. Disponível em: http://dx.doi.org/10.5380/raega.v52i0.74087. Acesso em: 19 mar. 2025.

Jan-Dez/2026, v1., n.9
e-ISSN: **2675-2956**
DOI: https://doi.org/10.65573/rescx.v1n9.0037

MIRANDA NETO, J. Q.; HERRERA, J. A. Expansão urbana recente em Altamira (PA): novas tendências de crescimento a partir da instalação da UHE Belo Monte. **Ateliê Geográfico, Goiânia**, v. 11, n. 3, p. 34–52, 2018. Disponível em: https://revistas.ufg.br/atelie/article/view/33766. Acesso em: 19 mar. 2025.

MPEG – Museu Paraense Emílio Goeldi. Relatório Final de Vegetação: Descrição e Análise da Flora da Região do Médio – Baixo rio Xingu. 2008. Disponível em: http://licenciamento.ibama.gov.br/Hidreletricas/Belo%20Monte%20%2002001.001848_200675/EIA/Volume%2017%20%20RELATORIOS%20MPEG%20VEGETA%c7%c3O/TEXTO/FLORA/0%20RELAT%d3RIO%20FINAL%20VEGETA%c7%c3O%20SEM_TB%20V_1.pdf. Acesso em: 12 fev. 2025.

NORTE ENERGIA. Belo Monte Antes do Futuro: Plano Básico Ambiental do Componente Indígena, 2025. Disponível em: https://memoria.norteenergiasa.com.br/. Acesso em: 10 mar. 2025.

NOVAIS, G. T.; MACHADO, L. A. Os Climas do Brasil: segundo a classificação climática de Novais. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 32, p. 1-39, 2023. Disponível em https://doi.org/10.55761/abclima.v32i19.16163. Acesso em: 30 jan. 2025.

OLIVEIRA, R. D.; ROCHA, P. C. Dinâmica de inundações e expansão urbana em Altamira-PA no contexto de instalação da usina hidrelétrica de Belo Monte. In: LEAL, A. C.; BORDALO, C. A .L.; NUNES, J. O. R. (org.) A geografia do Pará em múltiplas perspectivas: Natureza, Urbano, Rural, Cultural. 1. ed. Tupã - SP: ANAP, 2017. p. 45-74. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=TIbuDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA45&dq=instala%C3%A7%C3%A3o+belo+monte+desmatamento&ots=I7kPLqiU5i&sig=YWzLSFyQV_afwSvaIrXk6Z1ILqc#v=onepage&q=instala%C3%A7%C3%A3o%20belo%20monte%20desmatamento&f=false. Acesso em: 19 mar. 2025.

PHAM-DUC, B.; NGUYEN, H.; PHAN, H.; TRAN-ANH, Q. Trends and applications of google earth engine in remote sensing and earth science research: a bibliometric analysis using scopus database. Earth Science Informatics, v. 16, n. 3, p. 2355-2371, 27 jun. 2023. **Springer Science and Business Media LLC**. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1007/s12145-023-01035-2. Acesso em: 27 mar. 2025.

PINTO, S. R. et al. Governing and Delivering a Biome-Wide Restoration Initiative: the case of atlantic forest restoration pact in brazil. **Forests**, v. 5, n. 9, p. 2212-2229, 19 set. 2014. MDPI AG. Disponível em: http://dx.doi.org/10.3390/f5092212. Acesso em: 10 mar. 2025.

PONTIUS, R. G.; SHUSAS, E.; MCEACHERN, M. Detecting important categorical land changes while accounting for persistence. Agriculture, Ecosystems & Environment, v. 101, n. 2-3, p. 251-268, fev. 2004. **Elsevier BV**. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.agee.2003.09.008. Acesso em: 14 jan. 2025.

QUEIROZ, A. R. S.; MOTTA-VEIGA, M. Análise dos impactos sociais e à saúde de grandes empreendimentos hidrelétricos: lições para uma gestão energética sustentável. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 17, n. 6, p. 1387-1398, jun. 2012. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: http://dx.doi.org/10.1590/s1413-81232012000600002. Acesso em: 21 abr. 2025.

Jan-Dez/2026, v1., n.9
e-ISSN: **2675-2956**
DOI: https://doi.org/10.65573/rescx.v1n9.0037

REALE, F. C. G.; CAVALCANTE, M. M. A. Hidrelétricas na Amazônia: o caso de Cachoeira Porteira, Oriximiná-PA. **Revista GeoAmazônia**, Belém, v. 9, n. 18, p. 138–156, 2021. Disponível em: https://periodicos.ufpa.br/index.php/geoamazonia/article/view/41831. Acesso em: 28 mai. 2025.

REIS, J. F. G.; SOUZA, J. L. C. Grandes projetos na Amazônia: a hidrelétrica de Belo Monte e seus efeitos na segurança pública. **Dilemas**: Revista de Estudos de Conflito e Controle Social, Rio de Janeiro, v. 9, n. 2, p. 215–230, 2016. Disponível em: https://revistas.ufrj.br/index.php/dilemas/article/view/7730. Acesso em: 28 maio 2025.

SANTOS, A. M.; NUNES, F. G. Mapeamento de cobertura e do uso da terra: críticas e autocríticas a partir de um estudo de caso na Amazônia brasileira. **Geosul**, v. 36, n. 78, p. 476-495, 8 abr. 2021. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Disponível em: http://dx.doi.org/10.5007/2177-5230.2021.e72887. Acesso em: 06 mar. 2025.

SANTOS, D.; SALOMÃO, R.; VERÍSSIMO, A. Fatos da Amazônia 2021: Projeto Amazônia 2030, 2021. Disponível em: https://amazonia2030.org.br/wp-content/uploads/2021/04/AMZ2030-Fatos-da-Amazonia-2021-3.pdf. Acesso em: 28 maio 2025.

SERRA, J. P.; OLIVEIRA, T. A. Impactos ambientais decorrentes da construção de barragens de usinas hidrelétricas: reflexões e desdobramentos físico-naturais. In: CIÊNCIAS AMBIENTAIS: diagnósticos ambientais, 2020. Cap. 1. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/344503533. Acesso em: 28 maio 2025.

SILVA, V. E. P.; BARROS, Q. S.; OLIVEIRA, I. C. A; PINHEIRO, R. M.; FERREIRA, E. J. L. Desmatamento na Amazônia Legal: uma análise espaço temporal, utilizando agropecuária como vetor de supressão. **Scientia Naturalis**, v. 6, n. 2, p. 706-718, 2024. Disponível em: http://dx.doi.org/10.29327/269504.6.2-9. Acesso em: 06 mar. 2025.

SILVEIRA, P. G. Energia e mudanças climáticas: impactos socioambientais das hidrelétricas e iversificação da matriz energética brasileira. **Opinión Jurídica**, v. 17, n. 33, p. 123-148, 2018. Universidade de Medellin. Disponível em: http://dx.doi.org/10.22395/ojum.v17n33a5. Acesso em: 28 mai. 2025.

SOUZA, C. M. et al. Reconstructing Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine. **Remote Sensing**, v. 12, n. 17, p. 1-27, 25 ago. 2020. MDPI AG. Disponível em: http://dx.doi.org/10.3390/rs12172735. Acesso em: 04 abr. 2025.

TERRIN, K. A . P.; BLANCHET, L. A. Direito de energia e sustentabilidade: uma análise dos impactos negativos das usinas hidrelétricas no Brasil. **Revista Videre**, v. 11, n. 22, p. 47-63, 3 dez. 2019. Universidade Federal de Grande Dourados. Disponível em: http://dx.doi.org/10.30612/videre.v11i22.11215. Acesso em: 03 mar. 2025.