

ANÁLISE DAS TRANSFORMAÇÕES NA TERRA INDÍGENA PAQUIÇAMBA A PARTIR DA CONSTRUÇÃO DA USINA HIDRELÉTRICA DE BELO MONTE / PA

ANALYSIS OF THE TRANSFORMATIONS IN THE PAQUIÇAMBA INDIGENOUS LAND FOLLOWING THE CONSTRUCTION OF THE BELO MONTE HYDROELECTRIC PLANT / PA

ANALIZANDO LAS TRANSFORMACIONES EN LA TIERRA INDÍGENA DE PAQUIÇAMBA TRAS LA CONSTRUCCIÓN DE LA HIDROELÉCTRICA DE BELO MONTE / PA

Nadson de Pablo Costa Silva¹ <https://orcid.org/0000-0002-1218-3188>

Éder Mileno Silva de Paula² <https://orcid.org/0000-0002-6895-2126>

Gabriel Alves Veloso³ <https://orcid.org/0000-0002-3655-4166>

RESUMO

Os impactos ambientais têm tornado-se tema de intensos debates nacionais e internacionais, nos quais chefes de Estados e a comunidade científica discutem a importância da preservação ambiental, sobretudo em áreas sensíveis do Bioma Amazônia. Essa temática torna-se ainda mais importante quando se discute as contribuições dos povos originários para a preservação da natureza, bem como, os impactos ambientais e sociais que estes sofrem com a implementação de projetos de infraestrutura. Neste contexto, se insere a terra Indígena Paquiçamba, onde houvera grandes transformações desde a chegada da Usina Hidrelétrica de Belo Monte. Neste sentido, a pesquisa buscou analisar as modificações geológicas sofridas na TI Paquiçamba depois da instalação da Usina Hidroelétrica de Belo Monte. Como procedimento metodológicos, foram utilizadas técnicas de sensoriamento remoto para a classificação, segmentação e interpretação das imagens dos satélites Landsat 5 e 9 nos anos de 2011 e 2023. Dentre os resultados, foi possível observar que alterações consideráveis na paisagem foram causadas com a diminuição da água e o aumento das áreas de exploração, tornando esse um ambiente instável na manutenção da biodiversidade, assim como das tradições dos povos indígenas Juruna (Yudjá).

Palavras-chave: Hidrelétricas. Rio Xingu. Terra Indígena. Degradação. Paisagem.

ABSTRACT

Environmental impacts have become the subject of intense national and international debates, in which heads of state and the scientific community discuss the importance of environmental preservation,

¹ Mestrando em Geografia pela Universidade Federal do Pará (UFPA), com Graduação em Geografia pela Universidade Federal do Pará (UFPA). E-mail: pablosilvafilho22@gmail.com

² Doutor em Geografia pela Universidade Federal do Ceará (UFC), Mestre em Geografia pela Universidade Estadual do Ceará (UECE), com Graduação em Geografia pela Universidade Estadual do Ceará (UECE). Atualmente é professor da Faculdade de Geografia e Cartografia-FGC e professor permanente do Programa de Pós-Graduação em Geografia PPGE/UFPA. E-mail: edermileno@ufpa.br

³ Doutor em Geografia pela Universidade Federal de Goiás (UFG), Mestre em Geografia pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU), com Graduação em Geografia pela Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES). Atualmente é Professor Adjunto da Faculdade de Geografia da Universidade Federal do Pará (UFPA) e professor permanente do Programa de Pós-Graduação em Geografia PPGE/UFPA. E-mail: gveloso@ufpa.br

especially in sensitive areas of the Amazon Biome. This issue becomes even more important when discussing the contributions of indigenous peoples to the preservation of nature, as well as the environmental and social impacts they suffer from the implementation of infrastructure projects. This context includes the Paquiçamba Indigenous Land, where there have been major transformations since the arrival of the Belo Monte Hydroelectric Power Plant. In this sense, the research sought to analyze the geocological changes suffered in the Paquiçamba Indigenous Land after the installation of the Belo Monte Hydroelectric Power Plant. As a methodological procedure, remote sensing techniques were used to classify, segment and interpret images from the Landsat 5 and 9 satellites in 2011 and 2023. Among the results, it was possible to observe that considerable changes in the landscape were caused by the decrease in water and the increase in exploitation areas, making this an unstable environment for maintaining biodiversity as well as the traditions of the Juruna (Yudjá) indigenous peoples.

Keywords: Hydroelectricdams. Xingu River. Indigenous land. Degradation. Landscape.

RESUMEN

Los impactos ambientales se han convertido en objeto de intensos debates nacionales e internacionales, en los que los jefes de Estado y la comunidad científica discuten la importancia de la preservación del medio ambiente, especialmente en áreas sensibles del Bioma Amazónico. Esta cuestión adquiere aún más importancia cuando se discuten las contribuciones de los pueblos indígenas a la preservación de la naturaleza, así como los impactos ambientales y sociales que sufren con la implantación de proyectos de infraestructuras. Este contexto incluye la Tierra Indígena Paquiçamba, donde se han producido grandes transformaciones desde la llegada de la Central Hidroeléctrica de Belo Monte. En este sentido, la investigación buscó analizar los cambios geocológicos sufridos en la Tierra Indígena Paquiçamba tras la instalación de la Central Hidroeléctrica Belo Monte. Como procedimiento metodológico, se utilizaron técnicas de teledetección para clasificar, segmentar e interpretar imágenes de los satélites Landsat 5 y 9 de 2011 y 2023. Entre los resultados, fue posible observar que cambios considerables en el paisaje fueron causados por la disminución del agua y el aumento de las áreas de explotación, haciendo de este un ambiente inestable para el mantenimiento de la biodiversidad, así como de las tradiciones de los pueblos indígenas Juruna (Yudjá).

Palabras clave: Represas hidroeléctricas. Río Xingu. Tierra indígena. Degradación. Paisaje.

INTRODUÇÃO

A exploração da paisagem é intensificada com o avanço das tecnologias e o crescimento exacerbado do consumo na sociedade, o que traz uma série de questões ambientais e sociais. Na Amazônia brasileira, a intensidade dessas alterações tem se acentuado nos últimos anos, visto que dados do Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil - MAPBIOMAS, neste bioma houve uma perda líquida de cobertura florestal de 50,3 Mha, entre os anos de 1985 a 2022, correspondendo a uma área de

aproximadamente nove vezes do Estado da Paraíba (MAPBIOMAS, 2023).

Para Becker (1990) essas mudanças têm crescido com a anuência do Estado, que alavancou estratégias de ocupação do território amazônico com a implantação de rodovias, rede hidrelétrica, redes urbanas e de telecomunicações, além do crescimento do fluxo migratório e de capital para a região. Uma das regiões mais emblemáticas que descreve esse processo é a região da Transxingú, localizada às margens do rio Xingu, onde foi construída a Rodovia BR-230, mais conhecida como Transamazônica, e mais recentemente com a construção da Usina Hidroelétrica de Belo Monte – UHE-BM. Essa área atravessou e ainda atravessa um acelerado processo de mudança de uso e cobertura da terra, provocando intensos conflitos pela disputa territorial, envolvendo áreas de conservação e terras indígenas (BALIEIRO; VELOSO, 2022; TURÍBIO; VELOSO; LOBATO, 2022).

Assim sendo, a compreensão desses impactos ambientais em áreas sensíveis do bioma Amazônia é de considerável importância, sobretudo em áreas de populações com vulnerabilidade socioambiental, como as áreas de terras indígenas. Nesse contexto, uma das terras indígenas mais impactadas com a construção da UHE-BM, foi a Terra Indígena Paquiçamba, localizada na margem esquerda do Rio Xingu, pois para a construção do lago artificial da usina, foi feita a barragem do rio e mudança no seu curso natural, reduzindo de forma significativa o fluxo de água na região da volta grande do Xingu, onde fica localizada a TI Paquiçamba.

Dessa forma, para a análise destes impactos, um dos métodos mais utilizados baseia-se no conceito de geoecológicas paisagens, que para Rodriguez; Silva; Cavalcanti, (2022) baseia-se nos estudos dos conceitos científicos contemporâneos, o que oferece subsídios metodológicos, além de procedimentos técnicos no processo investigativo ampliando os olhares das análises e estudos de âmbito ambiental e social.

Esse processo metodológico é visto como ferramenta de suma importância para análises ambientais complexas, podendo ser aplicado em áreas com modificações da paisagem a partir da perda de energia (Massa D'água) causada na área da TI Paquiçamba pela construção da Hidrelétrica de Belo Monte.

É importante ressaltar que “Os processos morfogenéticos podem ser ativados ou reativados com a ação antrópica, tornando instáveis paisagens estáveis, como observado nas áreas que passaram por grandes mudanças, como as causadas por grandes construções de hidrelétricas nos cursos dos rios” (DE PAULA et al., 2016). Consonante a isso, Zuanon et

al. (2021) explica que a volta grande do Xingu foi afetada devido à vazão regularizada do rio que diminui e aumenta seu valor de acordo com hidrografia, o que diferencia da vazão natural que tem um aumento progressivo e só depois inicia seu processo de redução.

Outrossim, a análise das modificações da paisagem da TI Paquiçamba tem o aparato das geotecnologias como ferramenta para entender as modificações da água e da terra na área de estudo, assim como, De Souza et al. (2015) destacam que a identificação do uso e ocupação do solo é ferramenta essencial para a análise da paisagem, e de grande importância para o planejamento ambiental.

Deste modo, a pesquisa teve como objetivo analisar as mudanças dos usos da terra e modificação da água na TI Paquiçamba, com uso de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, aspirando que os resultados e discussão contribuam para amenizar danos ambientais futuros para a região do Xingu Transamazônica.

METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada em 3 etapas, a saber: etapa 1 - Fundamentação teórica; etapa 2 - Criação e análise dos dados geográficos; etapa 3 - Diagnósticos e resultados.

Com relação à Etapa 1, a escolha da área de pesquisa está relacionada à mudança na paisagem dentro do território da TI Paquiçamba do povo indígena Juruna (Yudjá) que sofre com a implementação da Usina Hidroelétrica de Belo Monte, sendo essa mudança na paisagem um dos principais impactos ambientais na Volta Grande do Xingu.

No processo de fundamentação teórica foram executadas buscas por literaturas que discutissem análises ambientais em terras indígenas, textos e autores que discutem a Geoecologia das paisagens, o uso das geotecnologias no auxílio à gestão ambiental, impactos de hidrelétricas em terras indígenas e trabalhos relacionados ao monitoramento independente das indígenas Juruna (Yudjá).

Para a segunda etapa, foram utilizadas técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, por entender que essas técnicas permitem a análise de informações multitemporais que contribuem com a gestão e o planejamento territorial, como reforçam De Paula e Souza (2011), ao dizer que as técnicas de geoprocessamento fornecem instrumental de apoio a análise das evoluções espaço-temporais dos fenômenos socioambientais, e, Nunes e Roig (2015) que acrescentam que a utilização do sensoriamento remoto vem se tornando

destaque na análise dos recursos naturais, uso e ocupação do solo e monitoramento de áreas vulneráveis.

Já na Terceira etapa, foram feitas leituras de todos os mapas e gráficos analisados com dados de modificação da área de pesquisa, bem como, analisadas as modificações que ocorreram entre o período de 2011 a 2023, na área da terra indígena Paquiçamba da voltagrande do Xingu.

Na análise de uso e ocupação da terra, cobertura vegetal e modificações da água foram analisadas imagens dos satélites Landsat 5 sensor TM e satélite Landsat 9, por ter um recorte temporal maior que nos fornece imagens desde o ano de 1985 até atualmente, ambas adquiridas gratuitamente no site <https://earthexplorer.usgs.gov/>.

Para a TI Paquiçamba foram utilizadas imagens dos anos de 2011 (Satélite Landsat, série 5, com resolução espacial de 30m) e 2023 (Satélite Landsat, série 9 com resolução espacial de 30m), com a justificativa de que em 2011 ocorreu o início da construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte e para 2023 justificam-se as mudanças que ainda são recorrentes.

Outro ponto essencial para a análise das imagens foi a periodicidade, já que a análise das modificações se baseiam na modificação da água e da terra, dessa forma, foram adquiridas as imagens de satélite do mês de julho para 2011 e 2023, no que, para a região, é tido como período de seca e vazante do rio Xingu.

O *Software* de mapeamento gratuito QGIS3.28.9 contribuiu para manipulação dos dados Raster e Vetorial, como também na confecção dos mapas, análises multitemporais e correções por polígonos das classificações das imagens.

A classificação segmentada das imagens orbitais do Programa *Landsat*, foi realizada com o auxílio do plugin *Orfeo Toolbox*, instalado no Qgis. Vale ressaltar que tais imagens passaram por classificação digital (processo de segmentação) e visual (Processo de escolha visual da classe), além das análises qualitativas e quantitativas, o que serviu para agregar qualidade e mais precisão nos resultados obtidos.

É importante destacar que a utilização das imagens de satélite para a área foi definida mediante disponibilidade das melhores imagens (Sem nuvem e/ou quase nenhuma nuvem), isso porque a região amazônica tem seus períodos chuvosos os mais intensos, assim tornando imprecisa a interpretação, visto a dificuldade de verificar o que se tem por baixo das nuvens em boa parte das imagens de satélite.

PROCESSAMENTO E CLASSIFICAÇÃO DAS IMAGENS

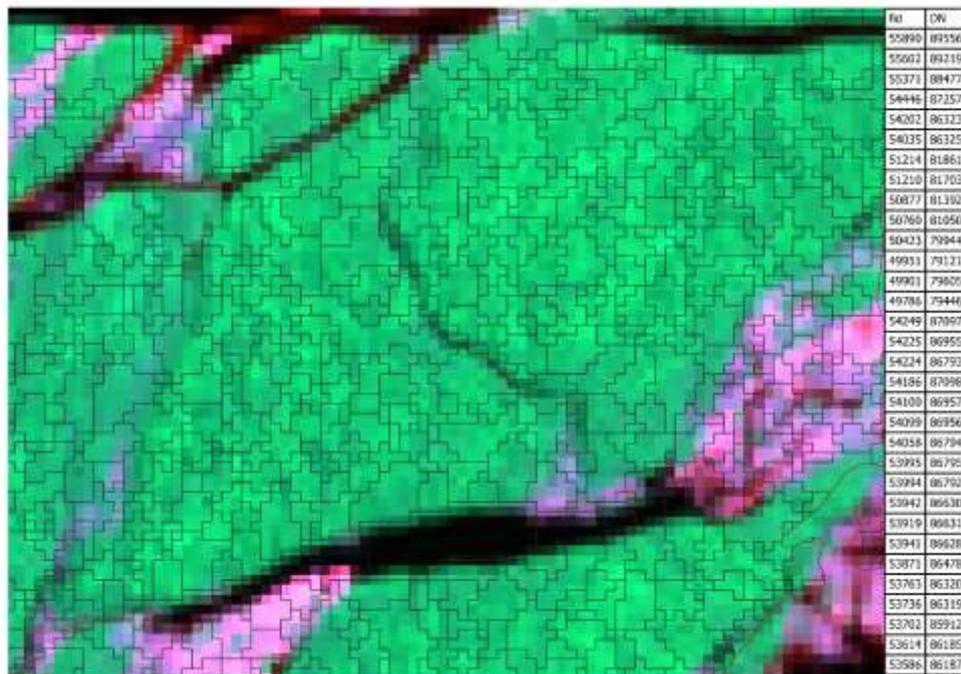
Para a análise desses dados, de início foi construído um banco de dados geográficos com imagens raster do satélite *LANDSAT* das séries 5 e 9, e dados vetoriais como o do limite da TI Paquiçamba, e limites municipais e estaduais, entre outros dados complementares. A partir desse momento iniciou-se o processamento das imagens, com a composição colorida das bandas 6,5,e 2 dos canais de cor RGB, que viabilizaram a interpretação visual dos usos da terra.

A partir do uso dos limites das áreas de estudo foi possível fazer o recorte das imagens rasters para as áreas de interesse, que passaram por classificação segmentada no software Qgis, a partir do Plugin Orfeo Toolbox–OTB disponibilizado em <https://www.orfeo-toolbox.org/>.

No plugin do Qgis, Orfeo Toolbox–OTB, foi feito o processo de segmentação das imagens usando o parâmetro *Watershed*, cuja finalidade é delimitar a precisão de classificação das imagens por píxel, via parâmetros impostos pelo software como, *valoreescala*.

Após a escolha do parâmetro, o software define por coloração da imagem e/ou por rugosidade, separando por feições os tipos de classe, enumerando-as em ordem crescente, por quantidade de feições obtidas. Como observado na Figura 1, a seguir.

Figura 1 - Resultado do processo de segmentação para iniciar a classificação supervisionada por escolha de polígonos, de acordo com a coloração da imagem de satélite.



Fonte - Autores (2023).

Após o processo de segmentação das imagens a partir dos parâmetros “valor” e “escala”, foi transformado o resultado da segmentação raster em vetor. Tendo o produto vetor, foi feita a classificação por seleção de área a partir da segmentação, o que forneceu o resultado da classificação permitindo se fazer o cálculo de área das classes.

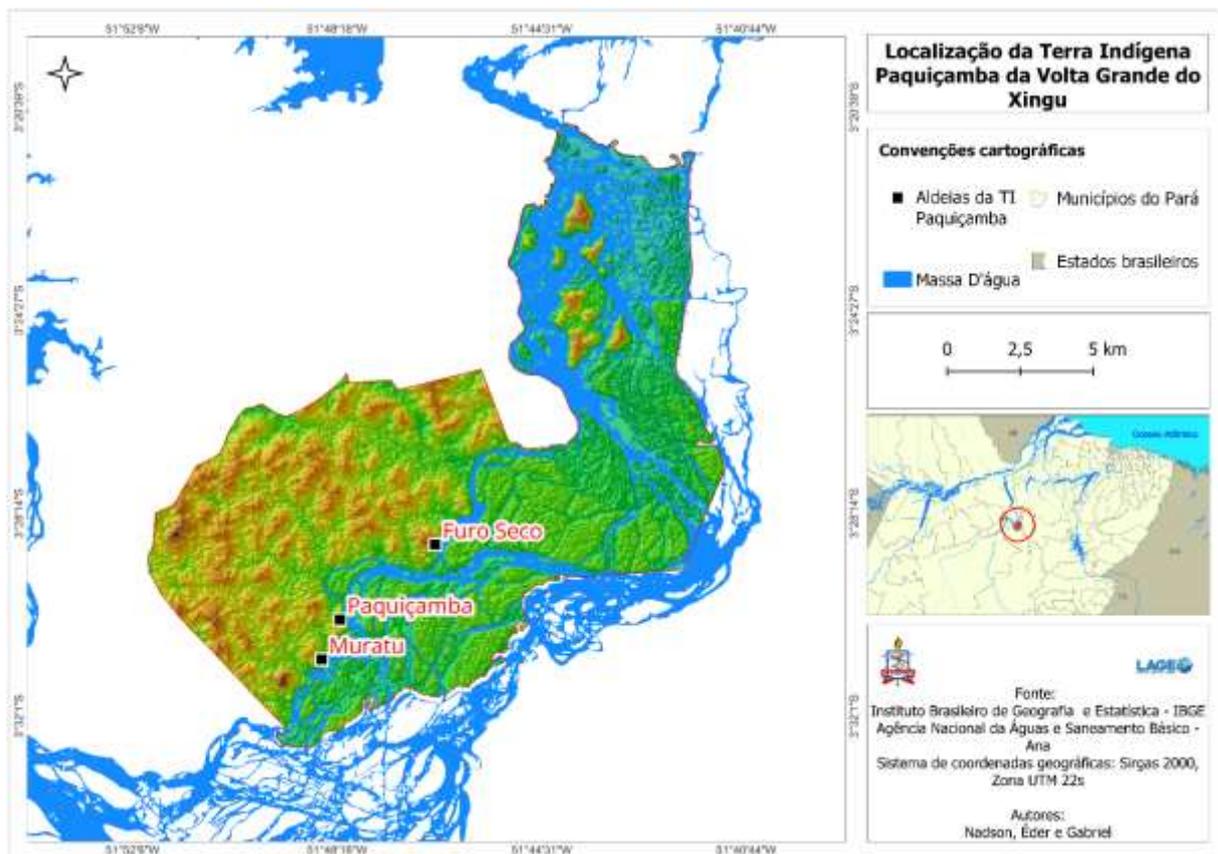
Após esses procedimentos, o resultado da classificação digital passou por avaliação visual, para que fosse verificado a existência de possíveis erros de classificação, os dados que tinham incompatibilidades com suas áreas a partir de uma análise visual foram corrigidos manualmente, para que o resultado da classificação fosse o mais exato possível, assim, dando origem às classes de uso e ocupação da terra e modificação das águas.

Por fim, foi elaborada uma matriz de transição das classes de uso da terra e modificação da água, através do plugin do Qgis denominado *Semi Automático Classification Plugin*, que faz a comparação dos dados em formato raster do que mudou da classe inicial de análise para a classe do ano após a data inicial de análise, nos fornecendo dados mais completos das mudanças ocorridas na área de estudo.

EXPLORAÇÃO HIDRELÉTRICA E OS IMPACTOS DAS MODIFICAÇÕES NOS USOS DA TERRA E DA ÁGUA NA TERRA INDÍGENA PAQUIÇAMBA

A área de estudo é a Terra Indígena (TI) Paquiçamba que fica localizada a margem esquerda do Rio Xingu, na Volta Grande do Xingu (VGX) (Figura 2) e tem sua área habitada por comunidades indígenas da etnia Juruna, tais como as aldeias: Paquiçamba, Furo Seco e Muratu. Todas vivem num contexto de mudanças em suas áreas de moradia, devido à diminuição da vazão da água da volta grande do Xingu, com a construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte.

Figura 2 - Localização da Terra Indígena Paquiçamba na Volta Grande do Xingu



Fonte - Autores (2023)

As extensas áreas alagáveis da Volta Grande do rio Xingu diminuíram com acriação do barramento Pimental (Figura 3), que desvia água para a casa de Força principal da UHE Belo Monte, o que inviabiliza a submersão dessas áreas. A biodiversidade aquática e a

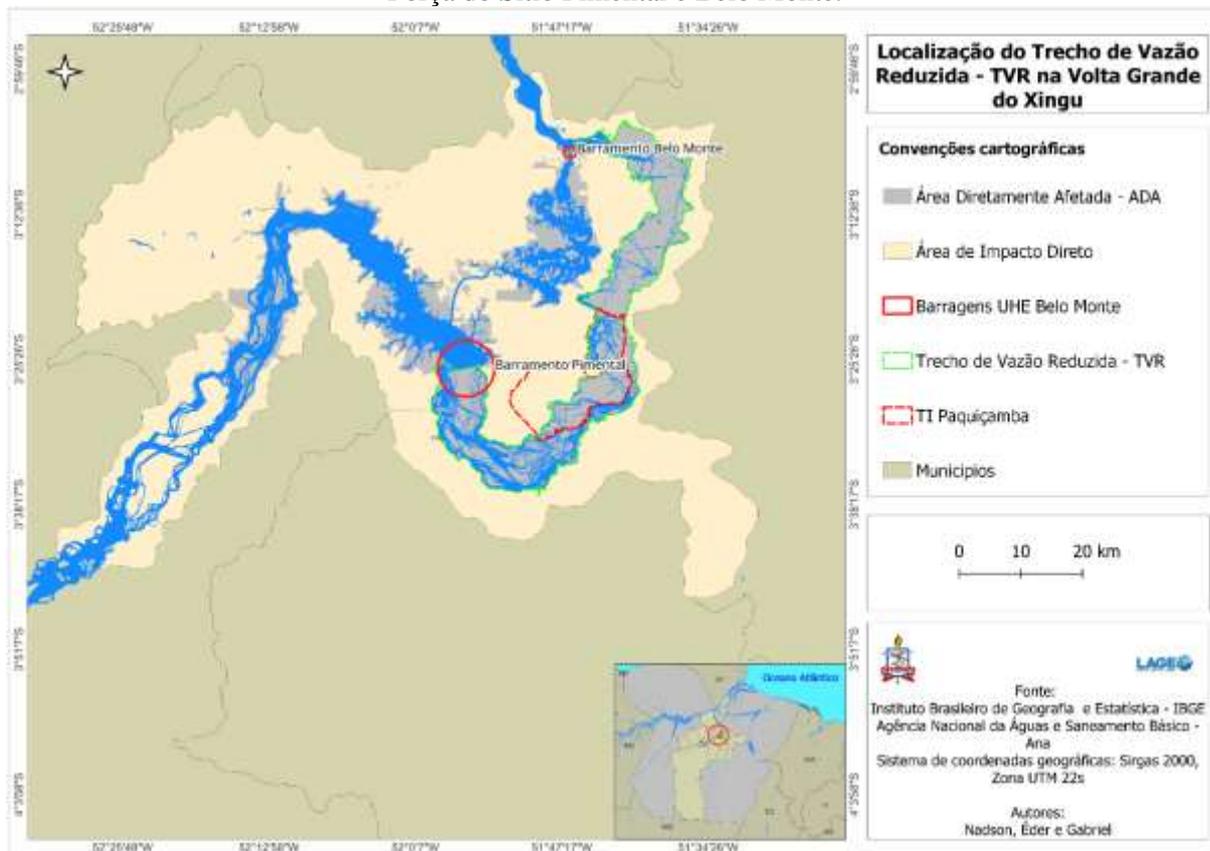
produtividade pesqueira se devem principalmente pela dinâmica anual de cheia e enchente, seca e vazante.

Uma das características mais importantes para a produção biológica da voltagranda do Xingu é a variação cíclica de inundação, a biodiversidade incrível da voltagranda do Xingu se dá devido a essa variação cíclica. Sabaj Pérez (2015) indica que já foram encontradas 450 espécies de peixes de 48 famílias diferentes na área da Volta Grande do Xingu, e de acordo com Winemiller et al. (2016), 63 espécies dessas são endêmicas.

Por sua vez, o Zuanon, et al. (2021) diz que o Acari-zebra (*Hypancistrus Zebra*), o Jacundazinho da Corredeira (*Teleocichlacentisquama*) e o Pacu capivara (*Ossubtus xinguense*) estão ameaçados de extinção do rio Xingu.

Em novembro de 2015 o rio Xingu foi barrado e seu nível de vazão foi reduzido, desde então a água que faz a manutenção da vida, liberada para o Trecho de Vazão Reduzida – TVR (Figura 3) vem sendo controlado pela empresa norte Energia, concessionária da UHE Belo Monte.

Figura 3 - Mapa de localização do Trecho de Vazão Reduzida, Na Volta Grande do Xingu e Casas de Força do Sítio Pimental e Belo Monte.

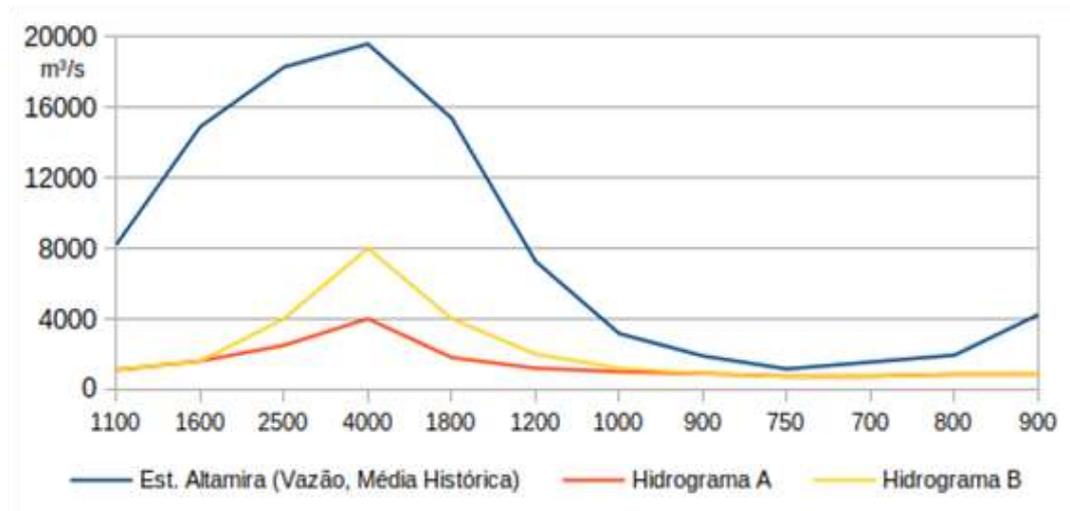


Fonte - Autores (2023)

Pezzuti et al. (2018) indicam que o hidrograma A e B que determina a vazão mínima para Volta Grande do Xingu diminuirá a diversidade local, com o possível desaparecimento de animais e plantas, pois é necessário um volume de água maior do que o sugerido pela Agência Nacional de Águas (ANA) (Gráfico 1).

O documento fruto do monitoramento independente dos Jurunas e ribeirinhos, junto a pesquisadores, é denominado “Xingu, o rio que pulsa em nós” de Pezzuti, et al. (2018) mostra relatos dos impactos causados pelo hidrograma de consenso (Que define a quantidade de água em m³ que irá passar para o Trecho de Vazão Reduzida - TVR), que modifica todo um ecossistema que funciona de forma hierárquica e dependem do ciclo de cheia e seca para o seu funcionamento.

Gráfico 1 - Gráfico com medições da Vazão Média da Estação Altamira da ANA entre anos de 1984 e 2014 e o Hidrograma de Consenso A e B para Volta Grandedo Xingu.

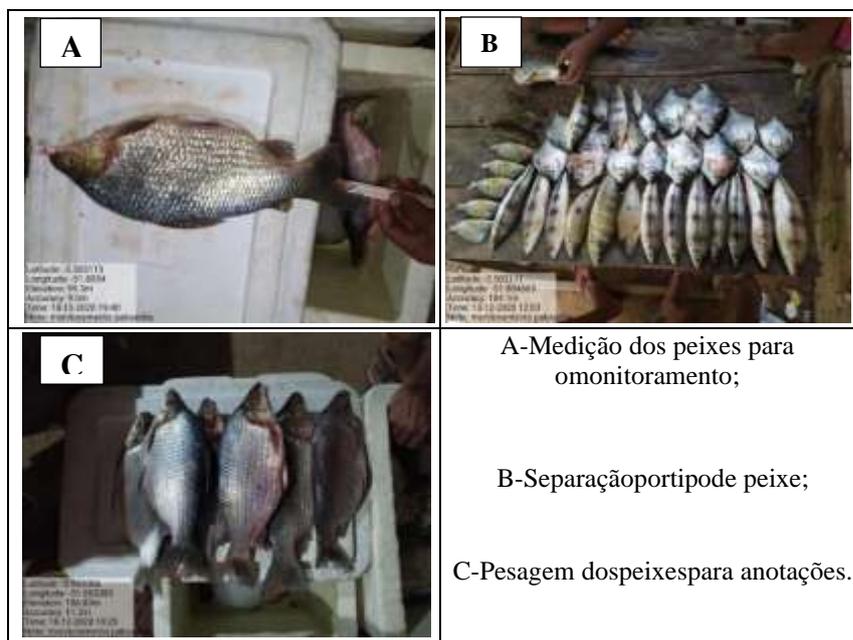


Fonte – De Paula (2019); Brasil (2009; 2019).

No gráfico 1, percebe-se que a quantidade de água no período de vazão média histórica (antes da UHE Belo Monte) na Volta Grande do Xingu era até três vezes maior do que a quantidade liberada pela empresa norte Energia. Portanto, o Hidrograma proposto, o modifica toda a dinâmica ambiental da VGX, com impactos no cotidiano das famílias que vivem às margens da Volta Grande do Xingu.

Zuanon, et al. (2021) afirmam que houve mudanças ecológicas nas espécies capturadas, além de significativa mudança no modo de vida dos indígenas devido à alteração do pulso do rio, e também é percebido nos resultados do monitoramento independente da pesca pelos Juruna, iniciado em 2013, como apoio da Universidade Federal do Pará (UFPA) e o Instituto Socioambiental (ISA), o qual quantifica a pesca, e registra a ferramenta e a área utilizada para pesca (Quadro 1).

Quadro 1 - Dinâmica de Coleta de Dados Pesqueiros Para o Relatório de Monitoramento Independente da Aldeia Paquiçamba.



Fonte - Autores (2021).

De acordo com o monitoramento (Pezzuti et al., 2018), o ano de 2016 foi o ano em que os indígenas jurunas (Yudjá) chamaram de “o ano do fim do mundo”, devido à enchente do rio de aproximadamente de 10 mil m³/s, já que a média histórica é de 23 mil m³/s, e a grande mortalidade de peixes devido à interrupção do fluxo migratório e a possível indisponibilidade de áreas de desova e alimentação (Zuanon, et al., 2021).

Isso fez com que o povo Juruna (Yudjá) da Volta Grande do Xingu mudasse sua dieta que até então era mantida principalmente com o pescado de peixes e quelônios, além da caça e produtos extraídos em terra, como a própria castanha do Pará, além da rotina dos indígenas que foi totalmente alterada. Esta mudança da dieta influenciou nos tipos de uso da terra da aldeia, já que os povos da Volta grande do Xingu têm o histórico de viver das atividades pesqueiras.

No Site Repórter Brasil⁴ há um importante relato mostrando essa realidade, que diz assim: “Era assim: meu avô, meu pai, a gente vivia no rio o dia todo, pescando o acari (pequeno peixe ornamental endêmico do Xingu). Agora não tem mais nada disso. Não tem mais peixe. A gente saía por dias, de barco, acampava nas ilhas, mergulhava, era uma alegria.

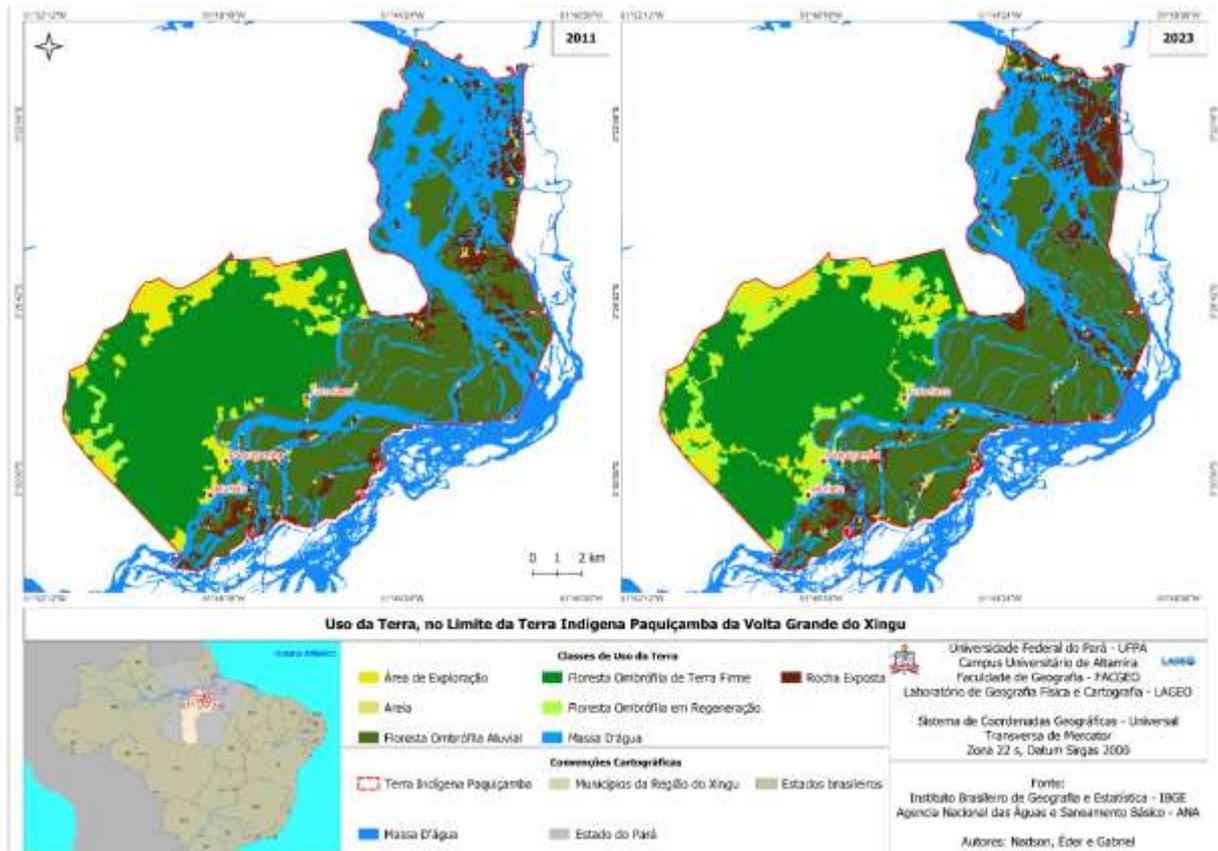
⁴<https://reporterbrasil.org.br/2016/01/o-alto-preco-da-modernidade-de-belo-monte-na-vida-da-aldeia-de-muratu/>

Os comerciantes vinham aqui buscar os acarís, traziam a mercadoria da cidade que a gente precisava, e a gente pescava também o peixe para comer. Agora, depois de muita reunião, a gente negociou com a norte Energia um projeto de criação de galinha. Cada um de nós ganhou um galinheiro com 50 aves, e eles dão vacina e ração. Acho que é para produzir ovo. Mas que dinheiro dá vender ovo? E essas galinhas são estranhas, porque quando uma bota um ovo as outras todas correm lá e o devoram. E nos deram sementes de milho pra gente fazer roça, porque depois de colher não vão mais dar a ração. Tiraram a gente da água e jogaram na roça. Eu não sei fazer isso, minha mão dói, é quente. A gente está plantando milho, mandioca, abacaxi, melancia, mas a gente não está acostumado”.

A figura 4 e a Tabela 1 indicam o aumento das áreas de agricultura na área da TIP aquiçamba nos últimos 9 anos, isso está relacionado à procura de outros métodos de sobrevivência pelas famílias indígenas da TI Paquiçamba.

No Mapa da figura 4 é possível entender visualmente as mudanças na paisagem, principalmente na diminuição da classe de massa d'água e no aumento da classe de rocha exposta. Uma grande problemática para os indígenas da área, que dependem do rio para desenvolver suas atividades pesqueiras. Já que, com a diminuição da água não há profundidade ideal para se navegar, o que acaba sendo perigoso, já que há grandes áreas de corredeiras (cachoeiras) e extensas pontas de rochas expostas.

Figura 4 - Mapa dos Tipos de Uso da Terra da TI Paquiçamba.



Fonte - Autores (2023).

A importância da manutenção das cheias do rio Xingu em seu período cíclico se dá pela entrada dos tracajás (*Podocnemis Expansa Chelonia Achw*) e dos peixes nas florestas aluviais alagadas para se alimentarem e para haver a desova dos peixes em época de piracema, além disso, é importante o alagamento dos sarobais (Vegetação localizada nas áreas de vegetação ombrófila aluvial), lugar que abriga a vegetação fornecedora de alimento para os peixes e tracajás.

A Tabela 1 nos permite analisar a mudança das classes do ano de 2011 para 2023 e deixa ainda mais evidente as mudanças significativas para a Terra Indígena Paquiçamba. Com o passar dos anos, certos impactos foram detectados por pesquisadores, e um dos principais problemas é a diminuição da água na VGX.

Zuanon, et al. (2021) aborda a causa da grande mortalidade de peixes e mostra que tem relação com a interrupção do seu fluxo migratório, além de uma possível indisponibilidade de áreas de desova e alimentação, devido os frutos das árvores que serviam como alimento para os peixes caírem no seco, devido à seca causada pela diminuição do fluxo de água na VGX.

Tabela 1 - Área em Hectares e percentual modificado das Classes de Uso da Terra e Cobertura Vegetal nos anos de 2011 e 2023 da Terra Indígena Paquiçamba.

| 2011 / 2023 | Massa D'água | Área de Exploração | Rocha Exposta | Areia | Floresta Ombrófila de Terra Firme | Floresta Ombrófila em Regeneração | Floresta Ombrófila Aluvial | Total | % |
|-----------------------------------|--------------|--------------------|---------------|----------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|----------|--------|
| Massa D'água | 3430,4932 | 0 | 336,8719 | 159,7716 | 16,6084 | 18,2184 | 953,8845 | 4915,848 | 4916% |
| Área de Exploração | 5,0842 | 604,4291 | 4,9994 | 0 | 521,9376 | 17,71 | 0,2118 | 1154,372 | 1154% |
| Rocha Exposta | 94,1851 | 0,0423 | 571,7206 | 82,1949 | 2,1607 | 8,8126 | 716,8327 | 1475,949 | 1476% |
| Areia | 2,4573 | 0 | 53,808 | 19,9555 | 1,4405 | 0 | 74,5685 | 152,23 | 152% |
| Floresta Ombrófila de Terra Firme | 2,8386 | 331,1522 | 0 | 0 | 360,0899 | 5639,3329 | 0 | 6333,414 | 6333% |
| Floresta Ombrófila em Regeneração | 0,3389 | 89,3975 | 0 | 0 | 216,9267 | 16,3966 | 0 | 323,0598 | 323% |
| Floresta Ombrófila Aluvial | 169,1774 | 12,7952 | 5187,1338 | 8,4737 | 44,6564 | 157,1447 | 145,9171 | 5725,299 | 5725% |
| Total | 3704,575 | 1037,8165 | 6154,5339 | 270,3958 | 1163,8204 | 5857,6154 | 1891,4148 | 20080,17 | 20080% |

Fonte - Autores (2023).

Na Tabela 1 é possível notar que parte considerável das áreas de floresta ombrófila de terra firmes são convertidas para áreas de exploração, sendo que essa expansão de áreas degradadas são configuradas como possíveis áreas de pastagem, por se tratar de uma área declarada aos indígenas Juruna, (área que pertence aos indígenas, porém, ainda não foi regularizada) como destacado na Figura 4.

A classe de Massa D'água tem 336,87 ha (3,36%) de sua área convertida para a classe de Rocha Exposta, já a área de floresta Ombrófila de Terra Firme tem 331,15 ha (3,31%) de sua área convertida para áreas de Exploração, do ano de 2011 para o ano de 2023. A Massa D'água também tem boa parte de sua área convertida para áreas de areia, o que pode mudar durante os próximos anos, já que não existe mais o processo de carga sedimentar para essas áreas como antes.

Desse modo, verificou-se que, a diminuição da água no trecho de vazão reduzida mudou um ciclo de funcionamento natural daquela área, o que nos permite entender que, com a diminuição da água e consequentemente com a diminuição dos pescados, os indígenas tendem a buscar explorar mais a terra como alternativa de sobrevivência.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na Terra Indígena Paquiçamba foram classificados 7 tipos de usos da terra e cobertura vegetal, sendo elas: Massa D'água; Área de Exploração; Rocha Exposta; Areia; Floresta Ombrófila de Terra Firme; Floresta Ombrófila em Regeneração; Floresta Ombrófila Aluvial.

Tais áreas têm seus usos diretamente impactados com a implantação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte que desviou a água do rio, expondo várias espécies de peixe à possível extinção local, com consequências para atividade pesqueira, essencial para o modo de vida dos povos indígenas e ribeirinhos da região.

O mapeamento de uso da terra expõe o quanto a terra indígena Paquiçamba é cercada por questões que envolvem a demarcação da expansão de suas áreas limites, o que permite a exploração exacerbada no seu entorno, e a questão da diminuição da vazão do rio que em certos períodos era de cerca de 20000 m³s, e que agora o máximo é de 4000 m³s, no mês de abril, no tempo de máxima de cheia para o trecho de vazão reduzida.

Diante disso, a metodologia de aplicação utilizando de literaturas e relatórios independentes se mostraram eficazes para a fundamentação dessa pesquisa, além disso, utilizar-se do geoprocessamento e sensoriamento remoto para realizar as análises espaciais e reambulação de dados e mapas foram de suma importância para o andamento da pesquisa.

Conclui-se que os dados mapeados trazem informações necessárias para entender as mudanças que ocorreram e tem ocorrido nos limites da terra indígena Paquiçamba, e a necessidade que essa área seja vista como prioridade em termos de demarcação e acompanhamento, tanto governamental como pela empresa da norte Energia, que tem em suas mãos o poder de modificar a vazão da água que vai para o trecho de vazão reduzida, garantindo uma biodiversidade mais segura e uma vida esperançosa aos povos indígenas da região.

AGRADECIMENTOS

Agradeço o auxílio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela bolsa de mestrado, e ao Laboratório de Geografia Física e Cartografia – LAGEO da UFPA Campus de Altamira – PA por tornarem possíveis as pesquisas na região do Xingu.

REFERÊNCIAS

BECKER, Bertha K. **Amazônia**. Editora Ática, 1990.

DE ARCANJO TURÍBIO, Luiz Mário; VELOSO, Gabriel Alves; LOBATO, Mateus Monteiro. **Análise do índice de desflorestamento das terras indígenas Paquiçamba e Arara da Volta Grande do Xingu, da área diretamente afetada pela UHE Belo Monte entre os anos de 2000 e 2020**. *Universidade e Meio Ambiente*, v. 7, n. 2, p. 30-44, 2022.

DE PAULA, Eder Mileno Silva et al. **Compartimentação Geocológica da Sub-Bacia do Baixo Rio Xingu–Amazônia Centro-Oriental, Brasil**. *Revista Equador*, v. 5, n. 4, p. 128-150, 2016.

DE PAULA, Eder Mileno Silva; DE SOUZA, Marcos José Nogueira. **Sistemas de informações geográficas na análise da vulnerabilidade ambiental da Bacia do Rio Ceará- CE**. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 63, n. 4, p. 515-525, 2011.

DE SOUZA BALIEIRO, Bruna Taynara; VELOSO, Gabriel Alves. **Análise multitemporal da cobertura do solo da Terra Indígena Ituna-Itatá através da classificação supervisionada de imagens de satélites**. *Cerrados*, v. 20, n. 2, p. 261-282, 2022.

DE SOUZA, Vladimir; GALVANI, Emerson; DE SOUZA, Marta Luzia. **Determinação e adequação da capacidade de uso da terra em bacia hidrográfica por meio de sistematização metodológica no SIG SPRING**. *Geografia (Londrina)*, v. 24, n. 1, p. 55-69, 2015.

NUNES, Juliana Faria; ROIG, Henrique Llacer. **Análise e mapeamento do uso e ocupação do solo da bacia do alto do descoberto, DF/GO, por meio de classificação automática baseada em regras e lógica nebulosa**. *Revista árvore*, v. 39, n. 1, p. 25-36, 2015.

PEZZUTI, Juarez et al. **Xingu, o rio que pulsa em nós: monitoramento independente para registro de impactos da UHE Belo Monte no território e no modo de vida do povo Juruna (Yudjá) da Volta Grande do Xingu**. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2018.

RODRIGUEZ, José Manuel Mateo; SILVA, Edson Vicente Da; CAVALCANTI, Agostinho de Paula Brito. **Geocologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Imprensa Universitária, 2022.

Sabaj Pérez, M.H., 2015. **Where the Xingu bends and will soon break**. *Am. Sci.* 103, 395– 403.

WINEMILLER, Kirk O. Et al. **Balancing hydropower and biodiversity in the Amazon, Congo, and Mekong**. Science, v. 351, n. 6269, p. 128-129, 2016.

ZUANON, Jansen et al. **Condições para a manutenção da dinâmica sazonal de inundação, a conservação do ecossistema aquático e manutenção dos modos de vida dos povos da volta grande do Xingu**. Papers do NAEA, v. 28, n. 2, 2021.

ZUANON, Jansen et al. **Condições para a manutenção da dinâmica sazonal de inundação, a conservação do ecossistema aquático e manutenção dos modos de vida dos povos da volta grande do Xingu**. Papers do NAEA, v. 1, n. 2, 2021.

Artigo recebido em: 17 de outubro de 2023.

Artigo aceito em: 19 de fevereiro de 2024

Artigo publicado em: 13 de março de 2024.