



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ALTAMIRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

NADSON DE PABLO COSTA SILVA

**MUDANÇAS GEOECOLÓGICAS NA TERRA INDÍGENA PAQUIÇAMBA
COM EXPLORAÇÃO HIDROELÉTRICA DO RIO XINGU - AMAZÔNIA
CENTRO-ORIENTAL**

Altamira-PA
2024

NADSON DE PABLO COSTA SILVA

**MUDANÇAS GEOECOLÓGICAS NA TERRA INDÍGENA PAQUIÇAMBA
COM EXPLORAÇÃO HIDROELÉTRICA DO RIO XINGU - AMAZÔNIA
CENTRO-ORIENTAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO), do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas (IFCH), da Universidade Federal do Pará (UFPA), para obtenção do Título de Mestre em Geografia. Área de concentração: Dinâmicas socioambientais e recursos naturais na Amazônia.

Orientador: Profº Drº Gabriel Alves Veloso

Coorientador: Profº Drº Éder Mileno Silva
Paula

Altamira-PA
2024

NADSON DE PABLO COSTA SILVA

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO), do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas (IFCH), da Universidade Federal do Pará (UFPA), para obtenção do Título de Mestre em Geografia. Área de concentração: Dinâmicas socioambientais e recursos naturais na Amazônia.

Altamira-PA, 22 de fevereiro de 2024

BANCA EXAMINADORA

Profº. Drº. Gabriel Alves Veloso (Orientador – PPGEO/UFPA)

Profº. Drº. Éder Mileno Silva Paula (Coorientador – PPGEO/UFPA)

Profº. Drº. Wellington de Pinho Alvarez (Examinador Interno – PPGEO/UFPA)

Profº. Drº. Cleberson Ribeiro de Jesus (Examinador Externo – PPGEO/UFMT)

Altamira-PA
2024

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos
pelo(a) autor(a)**

S586m Silva, Nadson de Pablo Costa.
MUDANÇAS GEOECOLÓGICAS NA TERRA
INDÍGENA PÁQUIÇAMBA COM EXPLORAÇÃO
HIDROELÉTRICA DO RIO XINGU - AMAZÔNIA CENTRO-
ORIENTAL / Nadson de
Pablo Costa Silva. — 2024.
112 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Gabriel Alves Veloso
Coorientador(a): Prof. Dr. Éder Mileno Silva Paula
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, ,
, Belém, 2024.

1. Impactos Ambientais. 2. Ambientes Fluviais.
3. Povos Originários. 4. Hidrelétrica de Belo Monte. I.
Título.

CDD 550

*A meus pais, Pedro e Nasare, a meus irmãos, Nathan,
Nayane, Nathália e Elvis e a minha companheira nesta caminhada, Ana Júlia.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Universidade Federal do Pará (UFPA) e ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO) por fazer esse sonho se tornar possível de ser alcançado.

Agradeço o auxílio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela bolsa de mestrado, e por tornar possível as pesquisas na região do Xingu.

Ao meu orientador, Professor Dr. Gabriel Alves Veloso, pelo companheirismo, atenção e orientação, e paciência nesse processo de formação científica.

Ao meu coorientador, Professor Dr. Éder Mileno Silva Paula, pelo direcionamento e todo o apoio nessa caminhada, além de todo o apoio como um grande amigo de caminhada.

Ao meu amigo, Mescl. Alexandre Augusto Cardoso Lobato, por todo o apoio e contribuição no desenvolvimento dessa pesquisa.

A minha família, mãe, pai e irmãos, por sempre me proporcionarem momentos maravilhosos durante todo esse processo, e por serem a base de tudo.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO) por todo o conhecimento passado. Em especial aos professores Dr. Wellington de Pinho Alvarez, Dr. José Antônio Herrera e Dr. Gabriel Alves Veloso.

Aos meus amigos de castanhal/PA que sempre torceram por mim durante todo esse processo, em especial, Arthur Laclot, Fabricio Maia e Junior Lima (*In memoriam*).

A minha parceira de caminhada desde a graduação, Ana Júlia Moreira dos Santos, por todo o companheirismo, carinho e incentivo durante as crises existenciais que sempre ocorrem durante um processo de formação de um pesquisador.

A minha parceira de laboratório, Nayra Mercês, que sempre esteve do meu lado no meu processo de formação (Graduação e Pós-graduação).

Aos meus amigos de vida em Altamira-PA, Maria Victória, Thiago Miranda, Cleber Ribeiro, Roberto e Alexandre Lobato.

Por fim, dedico esse trabalho a toda a comunidade indígena do médio Xingu, em específico as comunidades da Volta Grande do Xingu – VGX.

RESUMO

A ação humana, guiada pela lógica do "progresso", vem alterando intensamente a paisagem natural, explorando o meio ambiente sem considerar sua capacidade de regeneração. Dessa forma, entender a capacidade de regeneração da natureza é fundamental para o desenvolvimento de estratégias que possam amenizar os diversos impactos ambientais, ou até mesmo poder sanar tais intervenções, sobretudo em áreas de vulnerabilidade socioambiental, como áreas de terras indígenas. Portanto, a área de estudo é a Terra Indígena Paquiçamba localizada na Grande do Xingu, que vem vivenciando um intenso processo de ocupação e impactos ambientais. A partir da década de 1970, políticas públicas impulsionaram a ocupação da Amazônia, com projetos de abertura de estradas e criação de assentamentos na região. Mais recentemente, a construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte gerou novos desafios para a TI. Neste contexto surge a problemática da modificação dos ambientes da TI Paquiçamba, o que alterou de forma significativa a vida dos indígenas Juruna da Volta Grande do Xingu. A pesquisa analisou a mudança da água e da terra dentro do limite da TI Paquiçamba, a partir de uma perspectiva Geoecológica, que foi norteadada por Bertrand (2004), Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2013), Rodrigues e Silva (2013; 2019), Souza (2010), Paula (2017). A compartimentação geoecológica e a análise das modificações na Terra Indígena Paquiçamba entre 2011 e 2023 evidenciaram intensas mudanças. A principal delas é a diminuição da área alagada, que passou de 4.911,27 hectares em 2011 para 2.854,03 hectares em 2023, uma redução de 41,88%. Essa redução, atribuída à construção do barramento Pimental em 2016, causou alterações significativas na área. As áreas de praia diminuíram, enquanto as áreas de pedrais aumentaram de 1.477,80 hectares em 2011 para 1.889,80 hectares em 2023. As áreas navegáveis também sofreram redução, impactando diretamente a vida dos indígenas Juruna que dependem dos rios para pesca, transporte e acesso a recursos.

Palavras Chave: Impactos Ambientais; Ambientes Fluviais; Povos Originários; Hidrelétrica de Belo Monte.

ABSTRACT

Human action, guided by the logic of "progress", has intensely altered the natural landscape, exploiting the environment without considering its capacity for regeneration. In this way, understanding nature's capacity to regenerate is fundamental to developing strategies that can mitigate the various environmental impacts, or even be able to remedy such interventions, especially in areas of socio-environmental vulnerability, such as indigenous lands. Therefore, the study area is the Paquiçamba Indigenous Land located in the Greater Xingu, which has been experiencing an intense process of occupation and environmental impacts. From the 1970s onwards, public policies boosted the occupation of the Amazon, with projects to open roads and create settlements in the region. More recently, the construction of the Belo Monte hydroelectric plant has created new challenges for the TI. In this context, the problem of changes to the environment of the Paquiçamba Indigenous Land has arisen, which has significantly altered the lives of the Juruna indigenous people of the Volta Grande do Xingu. The research analyzed the change in water and land within the boundaries of the Paquiçamba Indigenous Land, from a Geoecological perspective, which was guided by Bertrand (2004), Rodriguez, Silva and Cavalcanti (2013), Rodrigues and Silva (2013; 2019), Souza (2010), Paula (2017). The geoecological compartmentalization and analysis of changes in the Paquiçamba Indigenous Land between 2011 and 2023 showed intense changes. The main one is the decrease in the flooded area, which went from 4,911.27 hectares in 2011 to 2,854.03 hectares in 2023, a reduction of 41.88%. This reduction, attributed to the construction of the Pimental dam in 2016, caused significant changes in the area. Beach areas decreased, while rocky areas increased from 1,477.80 hectares in 2011 to 1,889.80 hectares in 2023. Navigable areas have also been reduced, directly impacting the lives of the Juruna indigenous people who depend on the rivers for fishing, transportation and access to resources.

Keywords: Environmental Impacts; River Environments; Indigenous Peoples; Belo Monte Hydroelectric Plant.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de Localização da Terra Indígena Paquiçamba da Volta Grande do Xingu.....	5
Figura 2: Esboço de Uma Definição Teórica de Geossistema, estabelecida por Bertrand.....	13
Figura 3: Organograma metodológico de pesquisa.....	23
Figura 4: Características climáticas da BHRX.....	25
Figura 5: Mapa de Contexto Climático da Bacia Hidrográfica do Rio Xingu....	27
Figura 6: Mapa das Unidades Geológicas da Terra Indígena Paquiçamba da Volta Grande do Xingu.....	32
Figura 7: Mapa de Altimetria da Terra Indígena Paquiçamba da Volta Grande do Xingu.....	34
Figura 8: Mapa de Declividade da Terra Indígena Paquiçamba da Volta Grande do Xingu.....	35
Figura 9: Mapa Geomorfológico da Terra Indígena Paquiçamba da Volta Grande do Xingu.....	37
Figura 10: Mapa de Associação dos Tipos de Solo da Terra Indígena Paquiçamba da Volta Grande do Xingu.....	39
Figura 11: Mapa dos Tipos de Vegetação da Terra Indígena Paquiçamba da Volta Grande do Xingu.....	43
Figura 12: Fluxograma dos Tipos de Vegetação da Terra Indígena Paquiçamba de Acordo Com os Saberes dos Jurunas (Yudjás).....	44
Figura 13: Mapa das Unidades Geoecológicas da Terra Indígena Paquiçamba da Volta Grande do Xingu.....	46
Figura 14: Unidade Geoecológica Planície de igarapés da TI Paquiçamba....	48
Figura 15: Unidade Geoecológica Praias fluviais da VGX, na TI Paquiçamba.....	49
Figura 16: Unidade Geoecológica Planície Fluvial da TI Paquiçamba.....	50
Figura 17: Unidade Geoecológica Ilhas residuais da VGX, da Terra Indígena Paquiçamba.....	51
Figura 18: Unidade Geoecológica Pedrais Submersos da VGX, da Terra Indígena Paquiçamba.....	52
Figura 19: Colinas amplas e suaves da TI Paquiçamba.....	53

Figura 20: Tratores trabalhando no processo de terraplanagem em um trecho da Rodovia Transamazônica em 1970.....	58
Figura 21: Mapa das Usinas Hidrelétricas em Operação Dentro do Limite da Amazônia Legal.....	61
Figura 22: Mapa de Localização do Trecho de Vazão Reduzida – TVR, na Volta Grande do Xingu.	64
Figura 23: Mapa das Áreas de Piracema dentro do Limite da Terra Indígena Paquiçamba da Volta Grande do Xingu.	72
Figura 24: Mapa dos Tipos de Uso da Terra no Limite da Terra Indígena Paquiçamba da Volta Grande do Xingu em 2011.	75
Figura 25: Mapa dos Tipos de Ambientes da Terra Indígena Paquiçamba da Volta Grande do Xingu.	79
Figura 26: Mapa dos Tipos de Usos da Terra no Limite da Terra Indígena Paquiçamba da Volta Grande do Xingu em 2023.	83
Figura 27: Mapa das Modificações da Terra e da Água no Limite da Terra Indígena Paquiçamba da Volta Grande do Xingu.	88

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Síntese Metodológica	15
Quadro 2: Informações de fontes, origem e formato dos dados de mapeamento e imageamento.....	16
Quadro 3: Quadro das classes mapeadas e suas respectivas descrições, de acordo com os critérios seguidos para a classificação.....	20
Quadro 4: Hidrograma de consendo A e B Proposto pela empresa Norte Energia,.....	29
Quadro 5: Tipos de domínios geomorfológicos da Terra Indígena Paquiçamba.	36
Quadro 6: Síntese das características das unidades geoecológicas da Terra Indígena Paquiçamba.	55
Quadro 7: Classes de uso da terra e cobertura vegetal e suas respectivas mudanças do ano de 2011 para o ano de 2023.....	85
Quadro 8: Quadro de matriz de transição das classes de uso da terra e cobertura vegetal da TI Paquiçamba do ano de 2011 para 2023.....	89

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Precipitação acumulada anual e mensal Para os Anos de 1991 a 2020	28
Gráfico 2: Dados de Vazão média anual de 1999 a 2023 da estação Fluviométrica de Altamira.	29
Gráfico 3: Porcentagem distribuída das unidades geoecológicas.	47
Gráfico 4: Área em ha por ano, da Terra Indígena Paquiçamba.	90

LISTA DE SIGLAS E ABREVIações

ANA	Agencia Nacional das Águas e Saneamento Básico
AR1	Afloramentos Rochosos com Neossolos Quartzzerônico Alumínico
BDIA	Banco de Informações Ambientais
BHRX	Bacia Hidrográfica do Rio Xingu
CH ₄	Gás Metano
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
ENSO	El Nino Oscilação Sul
FUNAI	Fundação Nacional do Índio
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
Fxa	Plintossolo Háptico Alumínico
GTP	Geossistema-Território-Paisagem
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
MDE	Modelo Digital de Elevação
Mha	Milhões de Hectares
MM	Milímetros
ONG	Organização Não Governamental
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
PAa	Argissolo Amarelo Alumínico
PAC	PAC
PIN	Programa de integração Nacional
PVAa	Argissolo Vermelho Amarelo Alumínico
Qa	Coluviões/Depósitos Aluvionares
RADAM	Projeto Radar da Amazônia

RLD	Neossolo Litólico Distrófico
Rubd	Neossolos Flúvico Distrófico
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
TGS	Teoria Geral dos Sistemas
TI	Terra Indígena
TVR	Trecho de Vazão Reduzida
UHBM	Usina Hidrelétrica de Belo Monte
UHE	Usina Hidrelétrica
USGS	United States Geological Survey

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO 1: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	7
1.1. Análise Integrada da Paisagem: uma abordagem geossistêmica ..	7
1.2. Teoria dos Geossistemas e Suas Principais Abordagens: contribuições para a geografia física brasileira	10
1.3. Geoecologia Das Paisagens e Suas Concepções Metodológicas	13
CAPÍTULO 2: METODOLOGIA DE APLICAÇÃO	15
2.1. Fases de Organização e Inventário	15
2.1.1. <i>Clima Regional e Regime Hidrológico.</i>	17
2.1.2 <i>Geologia, Geomorfologia, Solos</i>	17
2.1.3. <i>Cobertura Vegetal</i>.....	18
2.1.4. <i>Uso da Terra e da Água</i>.....	18
2.5. Fases de Análise e Diagnóstico.....	21
2.5.1. <i>Classificação das Unidades Geoecológicas</i>	22
2.5.2. <i>Análise das Modificações do Uso da Terra e Cobertura Vegetal da TI Paquiçamba</i>.....	22
2.6. Fases de Propositiva	22
CAPÍTULO 3: CARACTERIZAÇÃO GEOECOLÓGICA DA TI PAQUIÇAMBA	24
3.1. Clima e regime hidrológico	24
3.2 Geologia Geomorfologia e Solos.....	30
3.3. Tipos de Vegetação.....	41
3.4. Estrutura Geoecológica da TI Paquiçamba	44
.....	46
Capítulo 4: QUESTÕES AMBIENTAIS DE GRANDES EMPREENDIMENTOS NA AMAZÔNIA: O CASO DA REGIÃO DO XINGU E TRANSAMAZÔNICA....	56

4.1. Hidrelétrica de Belo Monte e os Impasses Ambientais na Volta Grande Do Xingu.....	62
4.2. Terras Indígenas e suas Vulnerabilidades: O Caso da Terra Indígena Paquiçamba da Volta Grande do Xingu.....	66
CAPÍTULO 5: DINÂMICA DE USOS DA TERRA E DA ÁGUA DA TERRA INDÍGENA PAQUIÇAMBA.....	69
5.1. Histórico dos Indígenas Juruna (Yudjá) e Sua Chegada na Região do Xingu.....	70
5.2. Tipos de Uso da Terra e da Água da TI Paquiçambano Período Pré-Belo Monte	71
5.3. A Chegada de Belo Monte e as Mudanças Cotidianas na Vida dos Juruna.....	82
5.3.1. Tipos de Uso da Terra e da Água da TI Paquiçamba no Período Pós-Belo Monte.....	84
5.4. Análise Comparativa das Modificações do Uso da Terra e da Água no Limite da Terra Indígena Paquiçamba	84
CONSIDERAÇÕES FINAIS	91
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92

INTRODUÇÃO

A evolução das paisagens naturais, vem sendo intensamente alteradas devido à ação humana, que desenvolveu uma lógica de “progresso” associada a exploração do meio ambiente, que conseqüentemente altera os processos naturais do ambiente, com reflexos diretos na redução da biodiversidade, de serviços ecossistêmicos, como evapotranspiração, sequestro de carbono, etc.

Dessa forma, essas modificações intensas no meio ambiente, pode impossibilitar a resiliência do meio natural, reduzindo a capacidade de prestação de serviços ambientais, e a manutenção da biodiversidade (EMIDIO; COIMBRA, 2017, pág. 13). Portanto, o entendimento da capacidade de regeneração da natureza, é fundamental para o desenvolvimento de estratégias que possam amenizar os diversos impactos ambientais, ou até mesmo poder sanar tais intervenções antrópicas.

Nesse sentido, a aplicação de metodologias como a geocologia das paisagens e as análises de dinâmicas territoriais, se fazem cada vez mais necessário, pois estas podem auxiliar no planejamento dos usos dos recursos naturais de forma sustentável nos mais diversos tipos de ambientes, e os seus usos de forma mais sustentáveis. Dessa forma, entender as problemáticas causadas pela ação humana, é um fator importante para o desenvolvimento de ferramentas voltadas para o planejamento ambiental, porém, é necessário colocar em prática o entendimento do funcionamento desses ambientes.

Neste contexto, o debate para a preservação ambiental vem sendo discutido no meio científico e governamental nas últimas décadas, e áreas como a Floresta Amazônica são reconhecidas como fundamentais para a manutenção da biodiversidade e a ciclagem de nutrientes. A floresta Amazônica é um dos ecossistemas mais importantes do mundo, pela grande biodiversidade e pelo papel fundamental na regulação do clima global.

No contexto atual de emergência climática, a importância da floresta Amazônica é ainda mais evidente, pois está é responsável por absorver cerca de 2,2 bilhões de toneladas de dióxido de carbono por ano, equivale à cerca de 10% das emissões globais de gases de efeito estufa (Malhi, Y., *et al.*, 2013). Portanto, a perda da floresta contribuiria para o agravamento do aquecimento global, intensificando os eventos climáticos extremos, como ondas de calor,

secas e inundações. Todavia, a Amazônia Legal, vem perdendo consideráveis áreas de cobertura florestal nas últimas décadas, equivalente a 53,3 Mha entre os anos de 1985 a 2022, isso corresponde a aproximadamente 9 vezes a área do Estado da Paraíba (MAPBIOMAS, 2023). Essa intensa mudança de uso e cobertura da terra está relacionada com as políticas públicas desenvolvidas pelo Estado brasileiro na região, no qual deste a década de 1970 fomentou a ocupação deste bioma, com projetos de abertura de estradas, bem como criação de assentamentos, que ampliou as taxas de desmatamento.

Uma das áreas mais impactadas no Pará foi o médio e baixo Xingu, onde a região passou por considerável mudança na sua cobertura florestal original, com a ação antrópica mais fortemente presente na zona de influência da rodovia Transamazônica (BR-230) e suas transversais [...] (SALOMÃO, et al. 2007. Pág. 59).

O aumento nas mudanças da região cresceu com a facilitação do acesso, ocasionado pela construção da rodovia Transamazônica na década de 1970. Como exemplificado por Becker (1988) ao dizer que houve uma estratégia do governo baseando-se no urbanismo rural, criando núcleos urbanos ao longo da rodovia Transamazônica e em projetos de colonização oficial entre 1970 e 1974.

A construção da BR 230 (Transamazônica) é um marco histórico, que provocou o processo de ocupação mais intenso da região e conseqüentemente diversos impactos ambientais, sobretudo, o desmatamento.

Mais recentemente a bacia Xingu passou e/vem passando por outro processo de impacto, a construção da Usina Hidroelétrica de Belo Monte – UHBM, que segundo Fearnside (2015) o Brasil está entre os países que mais foram afetados com a construção de hidrelétricas, sendo para a região amazônica dezenas de grandes barragens e centenas de pequenas barragens.

Na região do Xingu, a Hidrelétrica de Belo Monte traz consigo grandes problemas. Santos e Hernandez (2009) dizem que o número de pessoas deslocadas de suas localidades em função da hidrelétrica de Belo Monte é maior do que as que foram reconhecidas como atingidas. Além disso, “O chamado “trecho seco” abaixo de Belo Monte é resultado do projeto hidrelétrico, que desvia 80% da água para o lago artificial por uma série de canais, para retornar ao rio em um ponto de aproximadamente 100 km a jusante” (FEARNSIDE, 2019. Pág. 72).

Portanto, o barramento do rio, e o desvio da água para o lago artificial, provocou significativos impactos ao sistema hidrológico do rio, e conseqüentemente as populações que vivem nessa área. A região mais impactada, é a área conhecida como “A Volta Grande do Xingu”, onde se encontra o trecho de vazão reduzida - TVR do rio, provocado pelo barramento.

A área de pesquisa está inserida neste contexto, no qual a construção da UHBM causou maior vulnerabilidade ambiental, para as populações, localizada a jusante (Figura 1). Logo, a Terra Indígena Paquiçamba é uma das áreas mais impactadas, localizada na margem direita do rio Xingu, no Trecho de Vazão Reduzida – TVR, onde abriga diversos tipos de ambientes, afetados com a construção da hidrelétrica.

Martins et al. (2021) relatam que as edificações de barragens para geração energia hidrelétrica promove riscos para a vida da população que vive ao redor. Neste sentido, estudos dos impactos acarretados pela construção da UHE Belo Monte continuam em andamento, por não ter em definitivo os efeitos acarretados por sua construção.

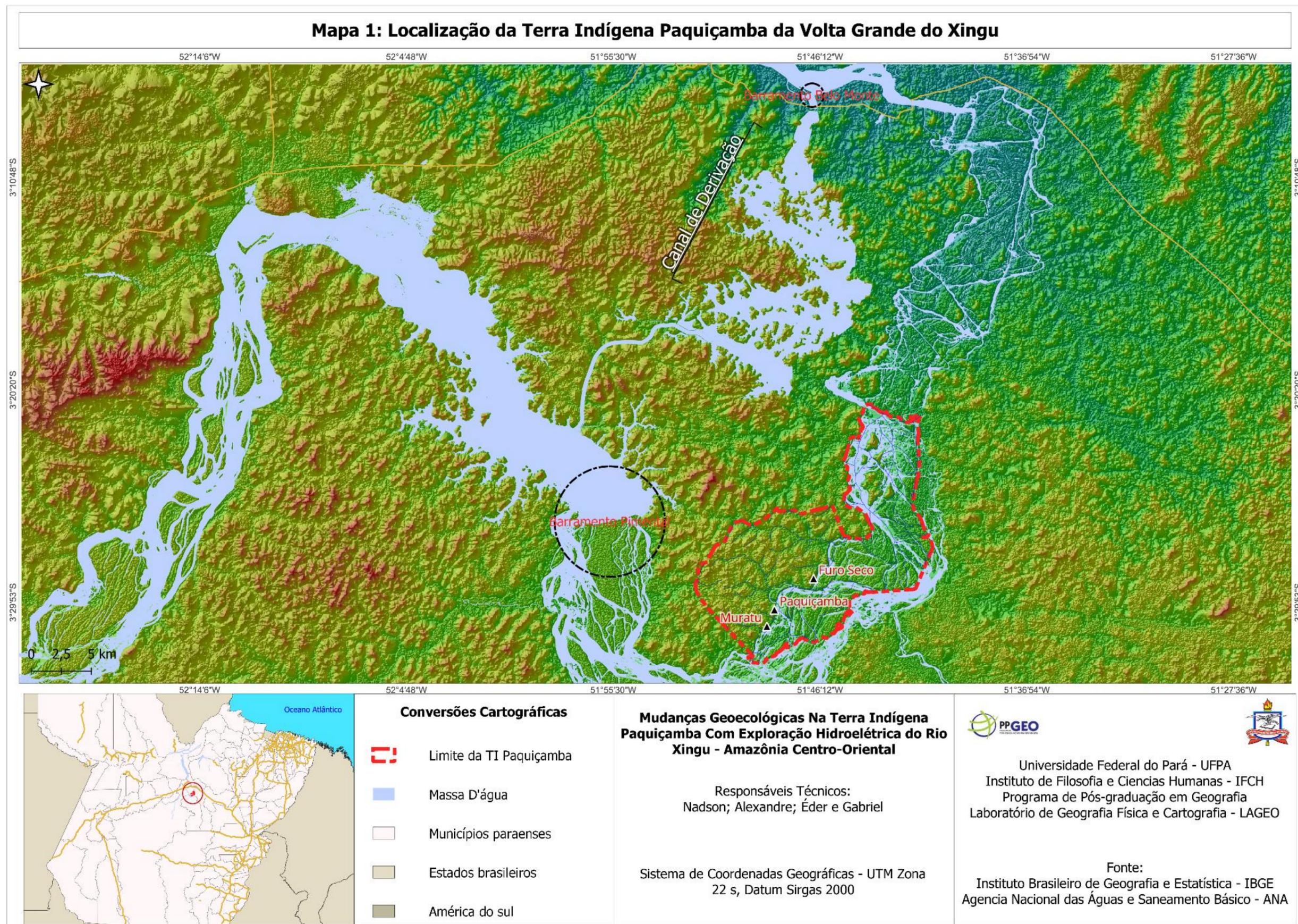
Logo, é de suma importância compreender quais os impactos desses empreendimentos na paisagem do rio Xingu e seus afluentes, bem como, analisar como essas mudanças podem ter afetado as populações indígenas que residem nestas áreas de impacto direto e quais as alternativas para mitigar os possíveis impactos gerados pelo empreendimento da UHE Belo Monte.

Pensando nisso, a geoecologia das paisagens tem um aparato metodológico que supre as necessidades de diagnosticar as mudanças que ocorrem em determinadas paisagens. Se tratando de terras indígenas, é de se saber que a proteção da natureza é essencial para os povos originários, porém, quando há uma interferência nesta, o seu modo de vida pode ser drasticamente alterado.

Dessa forma, é importante o desenvolvimento de estudos sobre os impactos causados pela interação entre sociedade e natureza, sobretudo em áreas de grande vulnerabilidade socioambiental, como a TI Paquiçamba (Figura 1). Portanto, a compreensão destes impactos ambientais e suas conseqüências nas populações indígenas que vivem no trecho de vazão reduzida - TVR da volta grande do Xingu é de significativa importância.

É importante salientar que esse processo de modificação da paisagem na área de estudo vem ocorrendo ao longo dos anos, sendo cada vez mais se agravando devido à crescente demanda de consumo pela sociedade.

Figura 1: Mapa de Localização da Terra Indígena Paquiçamba da Volta Grande do Xingu.



Nota-se, que a área de pesquisa passou por um processo brusco de modificação no volume da água, no qual essas mudanças impactaram de forma direta na vida social dos indígenas da TI Paquiçamba, já que nessa área os mesmos viviam da pesca, usando do recurso para sua subsistência, e a partir do momento que a água foi barrada, a dinâmica de sobrevivência fosse alterada.

Portanto, essa pesquisa é norteadada pela geoecologia das paisagens, visando analisar as mudanças ocorridas no uso da terra e da água, dentro do limite da Terra Indígena Paquiçamba, proporcionando subsídios para um planejamento ambiental mais eficaz. Tem como objetivos específicos: Compreender os componentes geoecológicos da Terra Indígena Paquiçamba, na Volta Grande do Xingu; Analisar a dinâmica dos usos da terra entre os anos de 2011 a 2023; caracterizar as unidades geoecológicas; analisar os tipos de uso na terra que estão sendo feitos e caracterizá-los; diagnosticar as transformações da TI para subsidiar futuras análises das modificações da água e o possível aumento das áreas de agriculturas.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1. Análise Integrada da Paisagem: uma abordagem geossistêmica

Discutir o conceito de paisagem no âmbito da geografia sempre nos remete a algo visível, que podemos ver e entender através da análise visual. A paisagem é considerada como um sistema energético cujo estudo se lança em termos de transformação e de produtividade bioquímica (BERTRAND, 2004. Pág. 143).

A paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É, em uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução (BERTRAND, 2004. Pág. 141).

Entender a natureza e seu funcionamento vem sendo a função da geografia desde muitos anos, com a curiosidade do homem em desvendar os fenômenos naturais, tais análises vem ganhando novos rumos com a geografia física, que se consolida cada vez mais a partir de uma abordagem sistêmica que entende e interpreta as modificações que ocorrem no meio natural de forma integrada, onde os elementos naturais agem um em função do outro.

Esse pensamento sistêmico é partilhado desde o século XIX, por Marx e Engels, quando formulado o conceito de sistemas numa perspectiva filosófica, como um dos princípios da dialética no que se trata do ponto de vista dialético-materialista. Embora a Teoria Geral dos Sistemas se desenvolveu de forma mais consolidada a partir de Ludwing, Bertalanffy, nos anos de 1930 (Rodrigues e Silva, 2019).

O pensamento sistêmico e integrado da paisagem ressurgiu com biólogos em 1930, se tratando da visão de relação, contexto e dinâmica (TROPPEMAIR; GALINA, 2006). Junto a esse pensamento, destaca-se então o biogeógrafo Sotchava, que fez parte de um grupo de geógrafos e biólogos defensores da natureza e seu uso consciente (Rodrigues e Silva, 2019).

Logo, os biólogos trabalhavam com a síntese de definição de ecossistema, entendendo o funcionamento de um sistema em cadeias e redes tróficas, em ligações alimentares, o que une indivíduos e as comunidades vivas.

O que para Bertrand (2004), sempre se tratou de problema de elaboração, circulação e acúmulo e transformação de energia potencial, que vem da ação dos seres vivos e seu metabolismo (BERTRAND, 2004).

Sala (1982) nos diz que é a partir de TROLL (1939, 1950) que os estudos regionais se voltam às análises ecológicas ao realçar ao mesmo tempo, a interdependência existente entre morfologia, solo, vegetação, clima e hidrologia, dando início a tendência que ele chama de Geoecologia da paisagem, baseando-se nas inter-relações que há entre os elementos que compõem a paisagem.

Sendo assim, pesquisadores e soviéticos começam a abordar a discussão sobre o conceito de paisagem que “é considerada como um sistema energético cujo estudo se lança em termos de transformação e de produtividade bioquímica” (BERTRAND, 2004, pág. 143).

Souza (2010) nos diz que os métodos da análise integrada da paisagem foram aprimorados por vários geógrafos como Ramenski (1935, 1938 *apud* FROLOVA, 2006) e Nikolai A. Solntcev em 1948 (*apud* FROLOVA, 2006), onde suas unidades de classificação foram a base para os estudos de paisagem no Leste Europeu e Ásia Central. Isso torna-se um marco importante para a geografia física, apesar de que nessa época muitos autores ainda consideravam poucos aspectos naturais nessa visão sistêmica.

É importante entender que o pensamento integrado do meio físico-biótico vem da própria escola dos naturalistas, que dissemina seus pensamentos a partir das sociedades geográficas do século XX. Rodrigues (2001) aborda sobre a importância de nomes da geografia que foram importantes para a construção do pensamento geográfico, como Von Richthofen e Humboldt, que, juntos às práticas exercidas no século XX ajudaram a consolidar determinados procedimentos metodológicos, como a própria necessidade de observação e descrição detalhada de campo, em uma análise da paisagem mais holística.

Sabendo que a análise da paisagem ainda era muito voltada para a dialética, isso fez com que essa visão de paisagem fosse caindo em desuso no decorrer dos anos, com isso, o olhar geográfico da paisagem começa a ver a necessidade de incluir as problemáticas ambientais, sociais e culturais do mundo, desde então novas formas de paisagens começam a surgir.

Tendo em vista que, a paisagem agora tem um viés tanto ecológico econômico como também cultural. Georges Bertrand, através das escolas e francesa e também, com influência da Geografia Teórico-Quantitativa e Teoria Geral dos Sistemas de Bertalanffy aprimorou os estudos sobre paisagem, mesmo ainda tendo os estudos da paisagem de forma fragmentada e/ou tradicional.

Tricart (1977) compartilhava do conceito de sistemas, ao fazer uma abordagem da ecodinâmica que ocorre de maneira integrada, onde coloca as problemáticas do meio ambiente junto ao conceito de sistema, fazendo a integração dos fenômenos ambientais. Isso possibilita a identificação rápida de qual será as modificações indiretas que ocorrerão em uma intervenção que afeta de alguma forma um ecossistema.

Diante disso, pensamos na análise integrada da paisagem proposta por Georges Bertrand, geógrafo francês que trouxe a discussão de concepção da análise integrada da paisagem e foi um grande impulsionador do movimento existente no século XX, na época de renovação da geografia em uma perspectiva geossistêmica, uma adaptação da teoria geral dos sistemas proposta por Bertalanffy.

Dessa forma, pode-se afirmar que o método geossistêmico representou um amplo esforço promovendo e estimulando o estudo integrado da paisagem geográfica a partir das inter-relações dos elementos físico, biológico e antrópico (LOPES, SILVA, GOULART, 2014 p.156).

Bertrand (2004) discorre sobre a noção de escala em estudos da paisagem e destaca que são inseparáveis na construção e classificação dos elementos geográficos, isso porque cada lugar contém sua homogeneidade, que torna uma paisagem diferente da outra, ou mais complexa. Essas complexidades vão desde geologia e geomorfologia e clima de uma área até as áreas físicas como uma bacia hidrográfica.

Enfim, as paisagens ditas “físicas” são, com efeito, quase sempre amplamente remodeladas pela exploração antrópica. A divisão em parcelas, territórios, comunidades, quarteirões e “pays” vai então constituir um dos critérios essenciais da taxonomia das paisagens (BERTRAND, 2004, pág. 142).

Bertrand (2014) faz uma síntese da paisagem a partir de um sistema de classificação em seis níveis temporais-espaciais, a saber: zona, o domínio e a região, geossistema, geofácies e o geótopo, onde são organizadas por nível de grandeza e outros elementos complementares.

Por conseguinte, Rodrigues e Silva, (2019) discutem sobre o processo de Sotchava trazer novos elementos em uma abordagem geossistêmica, mesclando os conceitos de paisagem (*Landchaft*) ou espaços naturais, o que vinha das tradições soviéticas entre os geógrafos, fazendo com que em 1960 houvesse um salto cognitivo respondendo certa demanda social.

“Com a chegada da abordagem geossistêmica, houve a tentativa de se estabelecer atributos e propriedades sistêmicas, isto é, a noção de estrutura, funcionamento, dinâmica e evolução das paisagens” (Rodrigues e Silva, 2019. Pág. 27). Agora a análise sistêmica ganha novos rumos, ultrapassando a visão de entendimento de paisagem, pois agora entende-se que, com a interferência do ser humano, há a necessidade de se entender a capacidade de suporte desses ambientes.

Com o passar dos anos mais autores renomados na área da geografia destacam em seus estudos as análises geossistêmica e/ou a teoria geossistêmica, aplicando-as na compartimentação e estudos de dinâmicas da paisagem. Tais autores como: Christofolletti, Aziz Nacib Ab'Sáber, Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro e Helmut Troppmair se destacam entre os demais (Cavalcanti; Corrêa, 2017).

Tendo base nas análises geossistêmicas estrangeiras, de geógrafos franceses e soviéticos, principalmente nas obras de Bertrand, logo vários outros autores começam a seguir os estudos da análise integrada da paisagem e geossistemas, logo, dando início a uma abordagem geoecológica dos meios naturais em constante interação com o ser humano.

1.2. Teoria dos Geossistemas e Suas Principais Abordagens: contribuições para a geografia física brasileira

A geografia física parte inicialmente das discussões feitas pelas escolas naturalistas, que tiveram grande importância na construção do pensamento geográfico integrado, ou, para a geografia física, como conhecemos atualmente. Para Rodrigues (2001), essa discussão foi construída a partir de pensamentos e

metodologias de forma isolada, em um desenvolvimento descontínuo, onde a teoria geossistêmica está inserida.

Outrossim, “foi a Ecologia um dos primeiros ramos da ciência a se utilizar da TGS, propondo o conceito de ecossistema. Nesse viés, encontrava-se a Geografia, ainda, repleta de conhecimentos setoriais. A TGS, contudo, aporta na Geografia, dando luz à Teoria Geossistêmica, inicialmente elaborada por Victor Sotchava, posteriormente, re-elaborada por Georges Bertrand (GUERRA; SOUZA; LUSTOSA, 2012. Pág. 29).

No que tange o conhecimento de construção das análises integradas da paisagem, é de se saber que foi formalizado o conceito de Teoria Geral dos Sistemas de Bertalanffy para uma nova roupagem de análise integrada da paisagem, conhecida como Teoria dos Geossistemas, que parte do soviético Victor Borisovich Sotchava. Nascimento; Sampaio, (2004) reiteram que o geossistema trouxe um arcabouço metodológico mais definido para a geografia física, o que facilitou os estudos integrados da paisagem.

A teoria dos geossistemas derivada de Sotchava em um viés soviético de análise, parte de uma adaptação do materialismo histórico e dialético (Rodrigues e Silva, 2019). Sotchava (2015) em “*El objeto de la Geografía Física a la luz de la teoría sobre los Geosistemas*” relata que houve tentativas de se analisar o termo Geossistema, como fenômeno que se manifesta fora da geografia física, porém, foram tentativas não aceitas, permitindo entender o geossistema como um fenômeno natural.¹

Rodriguez e Silva (2019) destacam pontos de esclarecimento da posição de Sotchava, em relação a outros autores, a saber:

- A não aceitação a ideia de conceber o geossistema como formação ou sistema sicionatural, destacando que se fala de três sistemas, onde ambos têm leis e peculiaridades;
- Crítica sobre a divisão dos geossistemas em componentes abióticos (não-vivos) e bióticos (vivos) por considerar que ambos então estreitamente relacionados;

¹ Esta citação vem de um artigo cuja Tradução foi realizada por: José M. Mateo Rodriguez (Universidad de La Habana), Edson Vicente da Silva (Universidade Federal do Ceará), Raul Sanchez Vicens (Universidade Federal Fluminense). De um texto que foi originalmente publicado no livro de V. B. Sotchava, Introdução à doutrina dos Geossistemas (ВВЕДЕНИЕ В УЧЕНИЕ О ГЕОСУСТЕМАХ), Editorial Nauka, Filial de Siberia, Novosibirsk, 1978, 318 pp.

- Considera as paisagens antroponaturais como diversos estados variáveis da invariante do geossistema;
- Destaca que o geossistema não é apenas natural, já que engloba as transformações sociais e econômicas;
- Faz crítica sobre a ideia de Chorley, que não considera o geossistema como um sistema integro, e que coloca limites rígidos entre os seres vivos e não vivos.

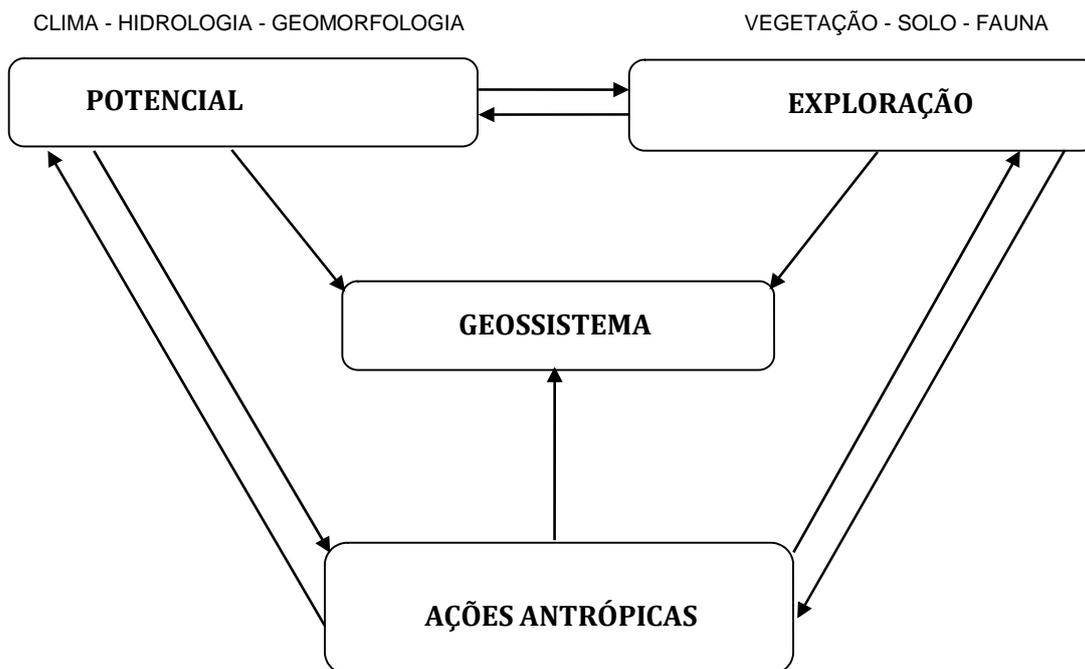
É de se saber que o geossistema vem de uma base teórica e metodológica de autores estrangeiros, e de fato o termo geossistema é introduzido no Brasil a partir do artigo *“Paysage et géographie physique globale: esquisse méthodologique”* de George Bertrand publicado no Brasil em 1972, traduzido por Olga Cruz (CAVALCANTI; CORRÊA, 2017).

O mesmo “Recebendo também uma versão em inglês de um texto preparado pelo geógrafo Viktor B. Sotchava, denominado *“The Study of Geosystems”*, Carlos A.F. Monteiro introduziu no nosso país a concepção siberiana da Ciência da Paisagem soviética, que difere grandemente daquela de Georges Bertrand” (Cavalcanti; Corrêa, 2017. Pág. 4).

O geossistema corresponde a dados ecológicos relativamente estáveis. Ele resulta da combinação de fatores geomorfológicos (natureza das rochas e dos mantos superficiais, valor do declive, dinâmica das vertentes...), climáticos (precipitações, temperatura...) e hidrológicos (lençóis freáticos epidérmicos e nascentes, pH das águas, tempos de ressecamento do solo...). É o “potencial ecológico” do geossistema (Bertrand, 1972. Pág. 147).

“Na França, Georges Bertrand lança o geossistema como paradigma para a Geografia Física, mediante a proposta de Paisagem e Geografia Física Global, apoiada no tripé: potencial ecológico, exploração biológica e ação antrópica” (Guerra; Souza; Lustosa, 2012. Pág. 31), como exemplificado na Figura 2, a baixo.

Figura 2: Esboço de Uma Definição Teórica de Geossistema, estabelecida por Bertrand.



Fonte: Elaboração do autor, por Bertrand (1969)

E desta forma, é possível identificar a importância desta teoria para análise da paisagem, uma vez que de maneira sistêmica, a concepção de Geossistemas abordada por Bertrand compreende elementos (fenômenos) que de forma integrada constituem o todo (Lima; Brito; Farias. 2021, pág. 8).

Rodriguez e Silva (2019) abordam a discussão sobre a inserção da discussão de paisagem e geossistemas no Brasil, e destacam que a discussão de geossistema de Bertrand teve muita influência, principalmente com a incorporação da teoria do GTP (Geossistema-Território-Paisagem), onde o geossistema é uma unidade hierárquica na taxonomia dos espaços naturais, o que, para a América Latina ficou conhecido como Ecologia Das Paisagens.

1.3. Geocologia Das Paisagens e Suas Concepções Metodológicas

A geocologia das paisagens vem desenvolvendo estudos relacionados a evolução da paisagem, com elementos conceituais, teóricos, metodológicos e práticos em uma evolução do pensamento geográfico que se propaga desde as análises de Humboldt, Lomonosov e Dokuchaev, o que torna a geocologia das paisagens uma ciência de cunho ambiental que contribui fortemente com os estudos do conhecimento de base natural (Rodriguez; Silva; Cavalcanti, 2022).

O entendimento de paisagem como um geossistema é um pensamento complexo de análises que vem sendo discutido e complementado, com a ajuda da Teoria dos Geossistemas de Sotchava (1978). Na dinâmica do entendimento geoecológico as paisagens estão organizadas sistematicamente a partir de níveis, que se julgam mais completas, como diz Aragão, Silva, (2022), a regionalização das paisagens se baseia na inseparabilidade, relação, interdependências espaciais e desenvolvimento histórico-paisagístico.

Logo, ressalta-se que “A análise geoecológica considera as interações paisagísticas enquanto organizações sistêmicas e integralizadoras, substanciadas por meio das relações dialéticas dos diferentes componentes e processos naturais e antropogênicos, distribuídos na superfície terrestre” (Aragão, Silva, 2022. Pág. 98). Com isso, a análise em escalas regionais e globais nos permitem entender a dinâmica territorial, trazendo elementos mais precisos para cada análise.

A ação da humanidade sempre esteve presente nas modificações de cada unidade de paisagem, seja ela em escala local ou global, logo, a dinâmica em escala local influencia na dinâmica em escala global, levando em consideração que o ser humano sempre precisou dinamizar o uso da natureza para sua subsistência, porém, esse uso vem cada vez mais se agravando, o que influencia na dinâmica de funcionamento de um sistema evolutivo de paisagem.

Ao se tratar de áreas de investigação, “A definição da escala é uma questão fundamental pela sua associação em nível de organização. Para a Geoecologia a questão da divisão das partes é secundária, pois o que importa são as relações existentes entre elas” (Vidal 2014. Pág. 31). Essas relações podem ser melhor observadas quando entendidas em um contexto histórico, que permite entender as instabilidades e estabilidades de determinados ambientes.

Muitos ambientes passaram por mudanças severas, outros passam por modificações recentes, porém, que causam grandes impactos em um curto período, logo, análises geoecológicas são fundamentais para a avaliação e diagnóstico dessas mudanças, seja elas em escala local ou temporal.

CAPÍTULO 2: METODOLOGIA DE APLICAÇÃO

Essa pesquisa adaptou-se ao percurso metodológico proposto por Rodriguez e Silva (2013) e Paula (2017), conforme o Quadro 1.

Quadro 1: Síntese Metodológica

Fases	Tarefas Executadas
Organização e Inventário	<ul style="list-style-type: none"> • Definição dos objetivos; • Delimitação da área de estudo e escala da pesquisa; • Inventário e mapeamento das condições naturais;
Análise e Diagnóstico	<ul style="list-style-type: none"> • Análise das estruturas verticais e horizontais; • Mapeamento das unidades de paisagem; • Identificação da Vulnerabilidade Ambiental.
Propositiva e execução	<ul style="list-style-type: none"> • Identificação das tendências modificação da paisagem; • Indicação das limitações para o uso da terra e da água.

Fonte: Autor (2023), adaptado de Paula (2017), Rodrigues e Silva (2013)

2.1. Fases de Organização e Inventário

Trata-se da organização de construção do trabalho, desde os objetivos gerais e específicos de pesquisa até o recorte espacial da área de estudo e sistematização da metodologia a ser aplicada.

Inicialmente realizou-se revisão bibliográfica em relação aos principais conceitos que discutiam a evolução da paisagem e análise geossistêmica e geoecologia das paisagens. Essa análise bibliográfica serviu para entendermos como a paisagem da Terra Indígena Paquiçamba tem sido alterada e quais os principais agentes foram essenciais nessa mudança.

O banco de dados geográficos foi construído a partir dados cartográficos de várias instituições governamentais, a saber: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE; Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico – ANA;

Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

Os dados naturais (Geologia, Geomorfologia e Tipos de solo) foram feitos a readequação dos mapas do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) da UHE de Belo Monte. Para os dados de tipos de vegetação foi utilizado Banco de Informações Ambientais – BDIA e para os Tipos de Ambientes foi feito a readequação dos dados das empresas Verthic e Norte Energia.

Os dados climáticos e regime hidrológicos foram extraídos dos sites da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA e do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. Para os dados de vazão foram selecionados os anos de 1999 até 2023, do site do Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS, já para os dados de precipitação, foram selecionados os anos de 1990 até 2020, com os dados obtidos do site do INMET.

O Quadro 2 nos mostra a origem dos principais dados do nosso Banco de Dados Geográficos – criado durante o processo de execução da dissertação, sendo eles ambientais ou de divisões de territórios, como os limites dos municípios, estados, federações, e principalmente, da área de estudo.

Quadro 2: Informações de fontes, origem e formato dos dados de mapeamento e imageamento.

<i>Informação</i>	<i>Fonte</i>	<i>Proj. Cartográfica - Datum</i>	<i>Formato.</i>
Limites Municipais e estaduais	IBGE	Geográfica– SIRGAS 2000	VETORIAL
Terras Indígenas	FUNAI	UTM 22S - SIRGAS 2000	
Recursos Hídricos	ANA	Geográfica– SIRGAS 2000	
Cartas Planialtimétricas SA-22-Y-D	RADAM BRASIL	UTM 22S - SIRGAS 2000	
Volumes 1 a 23 EIA	EIA BELO MONTE	UTM 22S - SIRGAS 2000	
Climas do Brasil	BDIA	Geográfica– SIRGAS 2000	
Litologias, Estruturas e Drenagem das Cartas SA-22	CPRM	Geográfica– SIRGAS 2000	
Cenas do satélite Landsat 9 (OLI)	USGS	30 x 30	MATRICIAL
Cenas do satélite Landsat 5 TM	USGS	30 x 30	
MDE	Open Topography	30 x 30	

Fonte: Adaptado de Paula (2017). Lobato et al. (2021)

2.1.1. Clima Regional e Regime Hidrológico.

Por entender que a Terra Indígena Paquiçamba se enquadra na escala climática regional, optou-se por discutir o regime climático em uma contextualização local conforme a discussão proposta por Nimer (1979) e Paula (2017), organizando e readequando os dados a partir do Software Open Source, Qgis 3.28.9.

Para caracterizar e aprofundar as discussões do clima regional, foi utilizado dados pluviométricos da estação de Altamira, disponibilizados pelo INMET, e dados pluviométricos disponibilizados pelo site da ONS. Os dados foram organizados em planilhas, dentro do Excel, onde foram gerados os gráficos de vazão mensal e precipitação total mensal.

2.1.2 Geologia, Geomorfologia, Solos

Em primeiro momento, foi utilizado os dados de unidades geológicas disponibilizados pelo site do BDIA, disponíveis na escala de 1:1.000.000, o que, para a área da TI Paquiçamba não se enquadra, devido sua escala. Com isso, foi feito a readequação dos dados a partir do mapeamento realizado por LEME Engenharia (2009), para o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) da UHE Belo Monte disponível na escala de 1:125.000.

A partir da sobreposição das informações litoestratigráficas do site do BDIA e EIA, foi visto que os dados de mapeamento geológico realizados por LEME Engenharia (2009) continham maior nível de detalhamento, o que favoreceu a área de estudo, logo, para a definição das classes, foram usados dados de altimetria e declividade da TI Paquiçamba e o mapeamento de Geologia e Recursos Minerais do Estado do Pará de Vasquez e Rosa (2008), dando mais ênfase na melhoria do mapeamento geológico.

Para o mapeamento de Geomorfologia, foram considerados os dados de declividade e elevação do terreno da Terra Indígena Paquiçamba, com o uso de dados SRTM do Open Topography, que foi essencial por não conter as falhas que o SRTM adquirido pelo site da USGS, logo, o processo de correção dessas

falhas precisaria de mais tempo, o que podemos poupar e usá-lo na readequação dos dados, utilizando o mapeamento Geomorfológico feito por Leme Engenharia (2009).

Para os tipos de solo, utilizou-se dados do BDIA, na escala de 1:1.000.000, onde foi feito dentro do *software Qgis 3.28.9* a sobreposição dos dados junto aos do LEME Engenharia para o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) da UHE Belo Monte (2009) nos permitiu ver e reestruturar o mapeamento com maior nível de detalhes, nos permitindo obter melhores dados no mapeamento final dos tipos de solo.

2.1.3. Cobertura Vegetal

Já para o mapeamento de cobertura vegetal, foi utilizado os dados do BDIA, que foi julgado necessário para o mapeamento, levando em consideração que eles seriam melhor discutidos na seção do mapeamento dos tipos de uso e ocupação da terra e dos tipos de ambientes da TI Paquiçamba.

2.1.4. Uso da Terra e da Água

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 baseia 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.

A classificação segmentada das imagens orbitais do Programa Landsat, foi realizada com o auxílio do *plugin Orfeo Toolbox*, instalado no *Software QGIS 3.28.9*. 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 serviram 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 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.

2.1.4.1. *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, por meio de parâmetros impostos pelo software como, *valor e escala*.

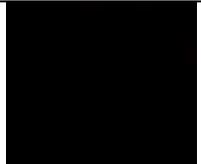
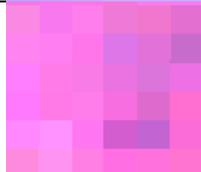
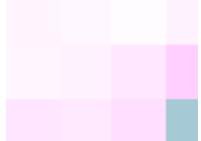
Após a escolha do parâmetro, o software define por coloração da imagem e/ou por rugosidade, separando por feições os tipos de classe, enumerando-as em ordem crescente, por quantidade de feições obtidas.

Em seguida ao 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.

As classes mapeadas de uso da terra e cobertura vegetal foram organizadas a partir de análise visual, conforme as descrições e texturas

descritas no Quadro 3. Esse modo de classificação nos fornece maior precisão na classificação das classes, o que não é necessário para uma classificação totalmente assertiva, logo, é sempre preciso fazer análise de campo e correção das classes para um mapeamento mais eficaz.

Quadro 3: Quadro das classes mapeadas e suas respectivas descrições, de acordo com os critérios seguidos para a classificação.

Classes	Descrição das classes	Textura	Amostras
Massa D'água	A Massa D'água corresponde as áreas mais escuras da imagem de satélite, configurada dessa forma por ter uma resposta espectral mais intensa, absorvendo maior parte da luz, refletindo pouca luz para o sensor.	Lisa	
Pasto sujo	A área de Pasto sujo tem o aspecto liso, com uma coloração em um tom de rosa claro, sendo configurada e melhor interpretada por ter uma feição geométrica mais evidente.	Lisa	
Rocha Exposta	A área de rocha exposta se parece com a coloração da área de exploração, porém, se trata de uma área visualmente bastante rugosa, que se localiza próximas ou dentro dos cursos d'água.	Rugosa	
Areia	As praias, ou áreas de areia são feições lisas com coloração esbranquiçada devido a absorção da luz ser menor que as outras classes, logo, contém maior reflectância.	Lisa	
Floresta Ombrófila Aberta Com Cipó	A classe de Floresta Ombrófila Aberta Com Cipó tem maior rugosidade, tendo sua coloração verde escura, podendo ter áreas com uma tonalidade de verde mais claro. É identificada em áreas de terra firme.	Rugosa	
Floresta em Regeneração	A classe de Floresta em Regeneração tem o verde claro como cor, sendo diferenciada da classe de Floresta Ombrófila de Terra Firme em algumas partes por sua rugosidade, que é lisa.	Média	
Agricultura	A área de Agricultura tem o aspecto liso, com uma coloração em um tom de rosa claro, sendo configurada e melhor interpretada por ter uma feição irregular, mais configurada como áreas de roçado..	Lisa	
Floresta Arbustiva e Herbáce de Influência Fluvial	A classe de Floresta Arbustiva e Herbáce de Influência Fluvial tem maior rugosidade, tendo sua coloração verde escura, e se diferencia dos outros tipos de florestas por estar localizada nas áreas de pedrais.	Rugosa	

Floresta Ombrófila Densa	A classe de Floresta Ombrófila Densa tem maior rugosidade, tendo sua coloração verde escura, Diferente da Floresta Ombrófila Aluvial, essa está nas áreas de morrotes/ilhas com maior elevação.	Rugosa	
Floresta Ombrófila Aluvial	A classe de Floresta Ombrófila Aluvial tem maior rugosidade, tendo sua coloração verde escura, podendo ter áreas com uma tonalidade de verde mais claro, e se diferenciam da classe de Floresta Ombrófila Aberta Com Cipó por serem florestas de ilhas e beiradões.	Rugosa	

Fonte: Autor (2023).

Logo depois desses 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.

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

A matriz de transição é uma ferramenta para análises qualitativas que auxiliam na tomada de decisão, nos fornecendo dados bem elaborados sobre as modificações ocorridas em determinados lugares, dando o diagnóstico dessas mudanças.

2.5. Fases de Análise e Diagnóstico

A fase mais importante é a de Análise e Diagnóstico, que serve como base para a fase seguinte de Propositiva e Execução. Para essa pesquisa foi utilizado a metodologia de análise proposta por Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2013), utilizada por Paula (2017) e Lobato et, al. (2021), que executam a compartimentação geocológica que consiste na análise geossistêmica analisando os aspectos naturais (Geomorfologia, geologia, pedologia, recursos hídricos e usos da terra), em relação com as ações antrópicas.

2.5.1. Classificação das Unidades Geoecológicas

O mapeamento das classes de unidades de paisagem para a TI Paquiçamba foram elaboradas através da análise dos componentes que interagem entre si, formando a paisagem, sendo eles: clima e regime hidrológico, geomorfologia, geologia, solos, tipos de uso da terra e cobertura vegetal. A classificação das classes foi feita a partir da proposta por Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2013), utilizada por Paula (2017) e Lobato et, al. (2021), com adaptações às informações dos dados.

Cada unidade geoecológica é definida a partir de sua interação entre os componentes naturais, sendo que uma unidade ambiental influencia na formação e funcionamento da outra.

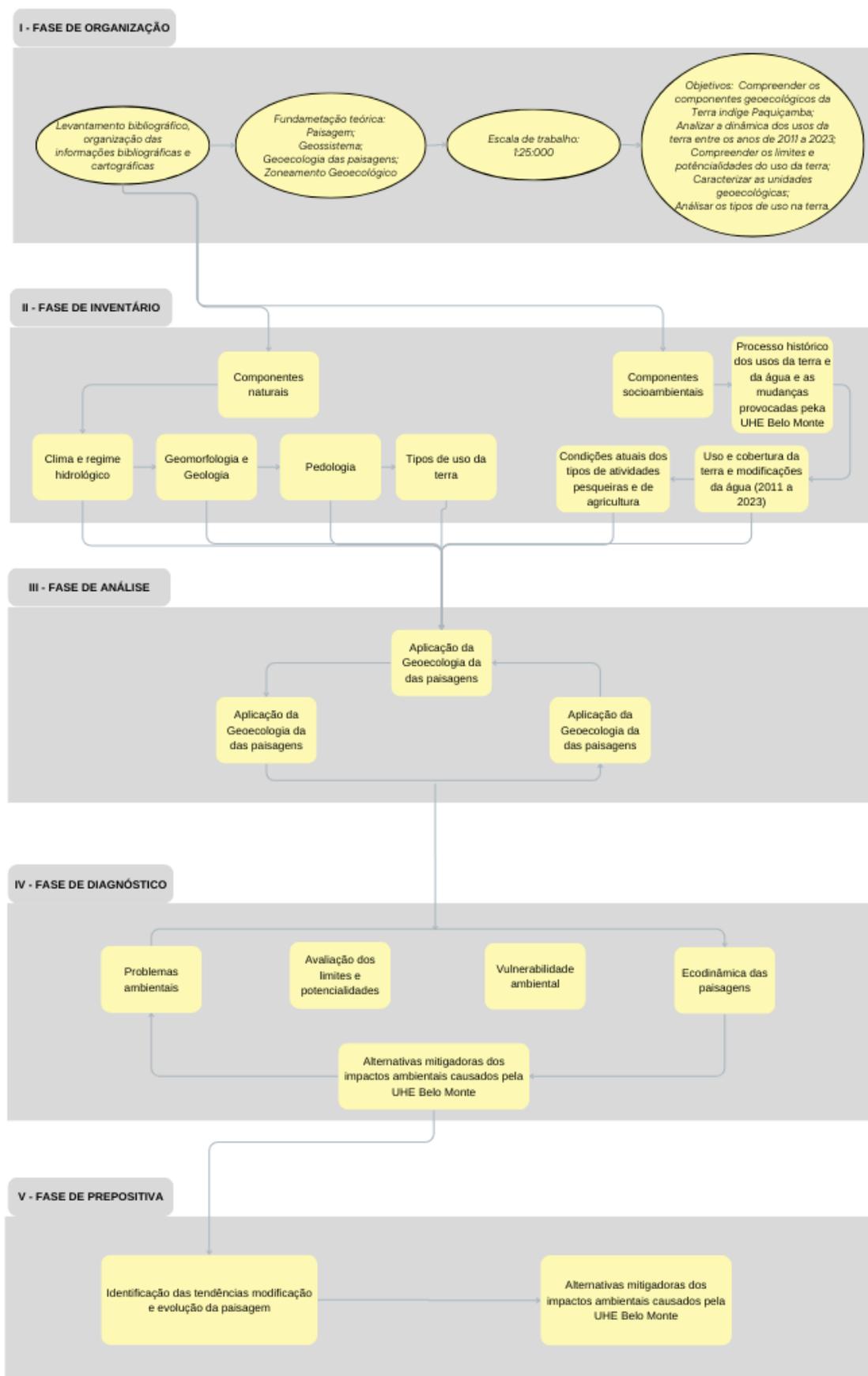
2.5.2. Análise das Modificações do Uso da Terra e Cobertura Vegetal da TI Paquiçamba

A análise das modificações dos tipos de uso da terra e cobertura vegetal foi feito a partir da matriz de transição, mostrando com maior ênfase as mudanças das classes mapeadas, principalmente as classes de agricultura, pasto sujo e massa d'água. Isso se dá a partir da transformação dos dados do formato Shapefile em dados Raster (Matricial). Logo, é feito a sobreposição desses dados com a ajuda do plugin do Qgis denominado *Semi Automátic Classification Plugin*, mostrando o quanto uma área mudou, e para qual tipo de classe foi mudado cada área.

2.6. Fases de Propositiva

A fase de propositiva e execução é uma das mais importantes, onde é feito o planejamento ambiental para a TI Paquiçamba, trabalhando com base na vulnerabilidade ambiental e ecodinâmica das paisagens, como já feito por Paula (2017) e Lobato (2021). Assim, propondo medidas mitigadoras dos impactos ambientais causados pela UHE Belo Monte. A figura 3 apresenta a organização e síntese das fases dessa pesquisa em um organograma explicativo.

Figura 3: Organograma metodológico de pesquisa.



Fonte: Elaborado pelo autor, a partir de Rodriguez e Silva (2013) e Lobato et al. (2021)

CAPÍTULO 3: CARACTERIZAÇÃO GEOECOLÓGICA DA TI PAQUIÇAMBA

3.1. Clima e regime hidrológico

A bacia hidrográfica do rio Xingu - BHRX, afluente do rio Amazonas, tem um contexto climático com alto volume pluviométrico na distribuição das chuvas, que “se aproxima de 2000 mm a 2500 mm anuais, mas é irregular durante o ano” (Ribeiro, et al. 2020, pág. 18), que influencia os tipos de culturas são implantadas nessa região. Além disso, as modificações na paisagem alteram de forma significativa o clima local.

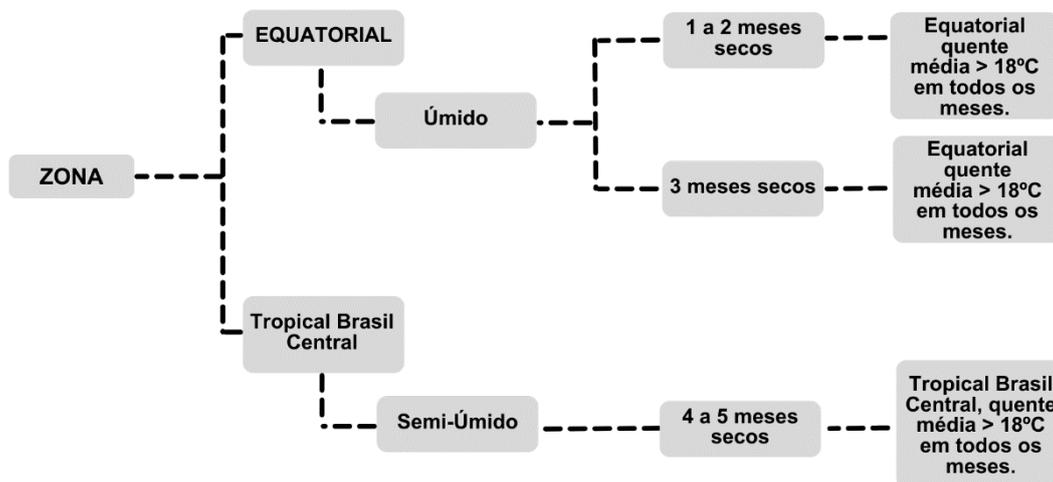
É importante entender que o clima em escala regional, assim como, em escala global, vem sendo modificado devido às mudanças feitas na natureza, pelo homem, e estas alterações podem intensificar eventos naturais como o *El Niño*. Segundo Albuquerque et al. (2021), “o fenômeno *El Niño*-Oscilação Sul (*ENOS*) sobre o Pacífico Equatorial modula, juntamente com o Oceano Atlântico Tropical, uma grande parte da variância interanual do clima sobre a Amazônia”.

Silva (2000) discorre sobre os estudos do fenômeno *El Niño* no Brasil e diz que as secas e enchentes tem sido associada a esse fenômeno natural, porém, no Brasil o mesmo se comporta com características diferentes, associando-se a chuvas intensas no Sul do país e a seca em parte da região Norte e Nordeste do país. O que pode causar modificações no regime hidrológico dessas regiões.

Santos et al. (2015) destaca que o regime de cheia na região de Altamira está nos meses de março a maio (com pico máximo de 682 cm em abril) e o regime de vazante nos meses de agosto a outubro (com pico mínimo de 260 cm em setembro) com uma amplitude anual entre a cota mínima e máxima em torno de 422 cm.

De acordo com Paula (2017) o baixo rio Xingu fica no extremo leste do macrodomínio morfoclimático amazônico, inserida na Zona Equatorial, que tem de 1 a 2 meses de período seco, e em alguns locais pode durar até três meses de período seco, já na Zona Tropical Brasil Central tem de 4 a 5 meses seco durante o ano, como exemplifica a Figura 4 de características climáticas da BHRX.

Figura 4: Características climáticas da BHRX.



Fonte: Autor (2023)

A terra indígena Paquiçamba está inserida no contexto climático regional do Baixo Xingu, que de acordo com Paula (2017), está na caracterização Morfoclimática de Ab'Sáber (2003) como macrodomínio amazônico, possuindo fortes entradas de energia solar, isso graças a sua posição geográfica, que contém alto estoque de nebulosidade, baixa amplitude térmica anual, e recebe precipitações pluviais anuais entre 1600 a 3600 mm.

O contexto climático da TI Paquiçamba se enquadra na Zona Equatorial, que tem 3 meses de período seco (Figura 4) e (Figura 5), o que pode ser intensificado por fenômenos naturais como o *El Niño* ou diminuído com a ocorrência do fenômeno *La Niña*.

Os impactos dos eventos *El Niño* são mais intensos (comparados aos da *La Niña*), com a preponderância de regime hidrológico deficitário ao longo do ano hidrológico, tal que o nível do rio Xingu oscila entre -3 e -7% abaixo da média nos meses de dezembro a agosto, sendo que o pico negativo de -11% se processa em maio (Santos et al., 2015. Pág. 106).

Alves Marengo, Cavalcanti (2013), Marengo (1992) Marengo et al. (2008), Marengo et al. (2011) relatam sobre o histórico do *El Niño* e *La Niña* na Amazônia, e destacam que houve um período relativamente úmido durante as

décadas de 40 e 50, e que grandes secas aconteceram na Amazônia em 1963-64, 1970, 1982-83, 1987, 1997-98, 2005 e, mais recentemente, em 2010.

O ano de 2023 registrou uma das maiores secas históricas, onde no mês de setembro “foram observados acumulados de chuva de menor intensidade em áreas oeste da Região Norte, costa leste da Região Nordeste e em parte das regiões Sudeste e Centro-Oeste, com valores de chuva em torno de 70 mm” (INMET, 2023. Pág. 2).

O Boletim Agroclimatológico do mês de outubro disponibilizado no site do INMET ainda reforça que o agosto e setembro, a temperatura ficou acima da média para quase todo o país, fazendo com que o ano de 2023 fosse o mais quente desde 1961.

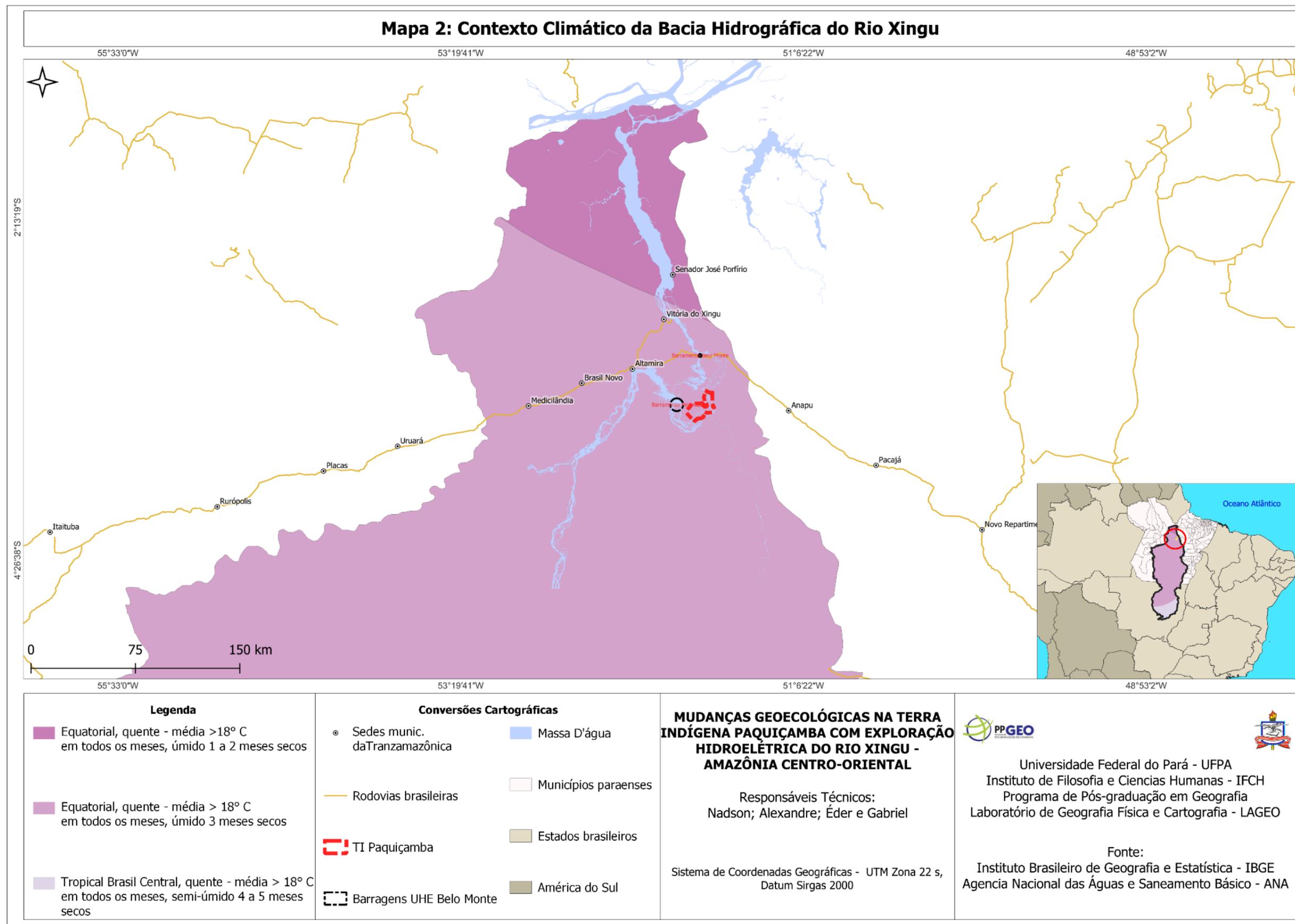
Analisando o comportamento da MED-CLIM, observa-se que o regime de subida do rio Xingu em Altamira se inicia em novembro, com cota de 298 cm e demora em torno de quatro meses até atingir o pico da cheia sazonal no trimestre de março a maio (sendo que o nível máximo ocorre em abril com 682 cm). A partir de abril, o nível do rio começa a descer progressivamente, até atingir o pico da vazante sazonal no trimestre de agosto a outubro (o nível mais baixo ocorre em setembro, com 260 cm) (Dos Santos et al., 2015. Pág. 106).

No ano de 2009 a região do Xingu passou por uma grande enchente, o que causou o alagamento mais intenso da região, como explicado por Molina, (2016) que diz ter relação com o fenômeno *El Niño Oscilação Sul (ENSO)*, que é a maior fonte de variabilidade interanual na estratosfera subtropical. Porém, sofre tipos de variabilidade desde 1979 no Pacífico tropical, isso por estar ligada não apenas ao *ENSO* convencional, mas também a um novo tipo de ENOS conhecido como *ENSO Modoki*.

Essa fase quente deste novo fenômeno (*El Niño Modoki*) mostra um aquecimento anômalo nas temperaturas da superfície do mar no Pacífico central acompanhado por anomalias frias nas partes leste e leste do Oceano Pacífico Tropical.

O *El Niño Modoki* apresenta o resfriamento da água, nas proximidades da América do Sul, o que pode causar impactos na intensidade de distribuição da precipitação, que são distintas entre os tipos de *El Niño*. O que, para o ano de 2023 acaba sendo intensificado com fortes ondas de calor para a região norte do país.

Figura 5: Mapa de Contexto Climático da Bacia Hidrográfica do Rio Xingu.



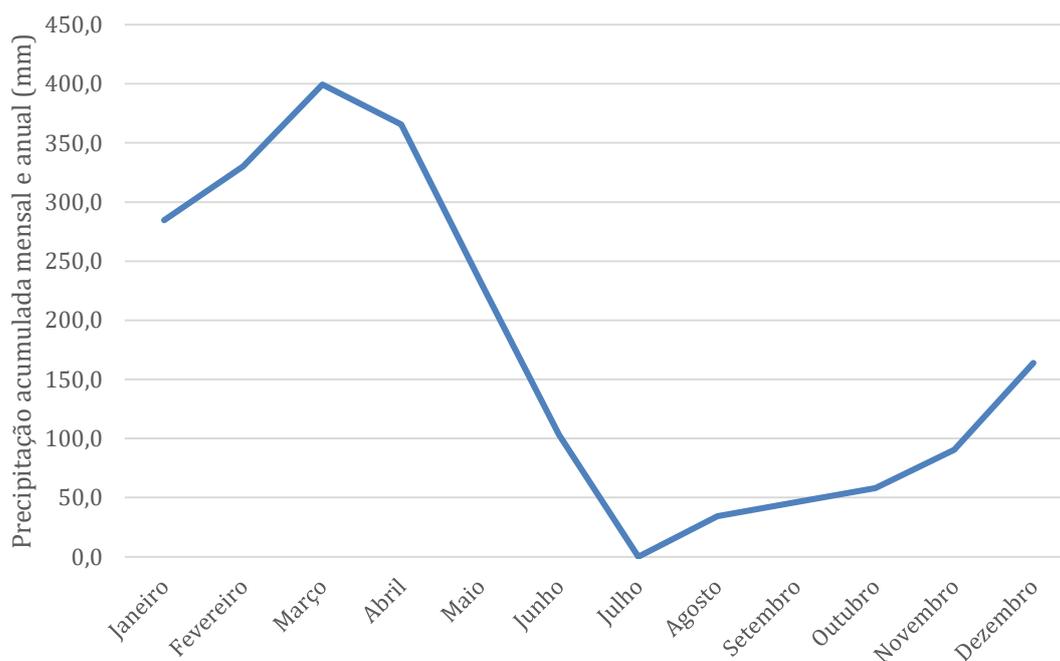
Fonte: Autores (2023)

O Boletim Agroclimatológico do mês de outubro do INMET (2023) discute sobre o prognóstico agroclimático para os meses de outubro, novembro e dezembro de 2023 e diz que a previsão climática produzida em cooperação entre INPE, INMET e FUNCEME indica que haverá precipitação abaixo da média para a região norte de país, em consequência dos impactos que o El Niño pode causar na região.

Santos, (2008) chama atenção para algumas cidades, entre elas, Altamira, que sofre com as enchentes provocadas em períodos com maior precipitação, mas que, por outro lado, em períodos de menor precipitação, os rios atingem o menor nível, limitando as pessoas de navegar, pescar, executar sua produção florestal, o que causa fortes impactos sociais e econômicos.

O gráfico 1 mostra a variação na precipitação acumulada anual e mensal, para os anos de 1991 a 2020, o que, para Santos, (2008) essa variação se dá pela variabilidade de temperatura da superfície do mar, oceanos pacífico e atlântico, logo, a precipitação se torna influenciadora na variação das vazões das bacias hidrográficas.

Gráfico 1: Precipitação acumulada anual e mensal Para os Anos de 1991 a 2020

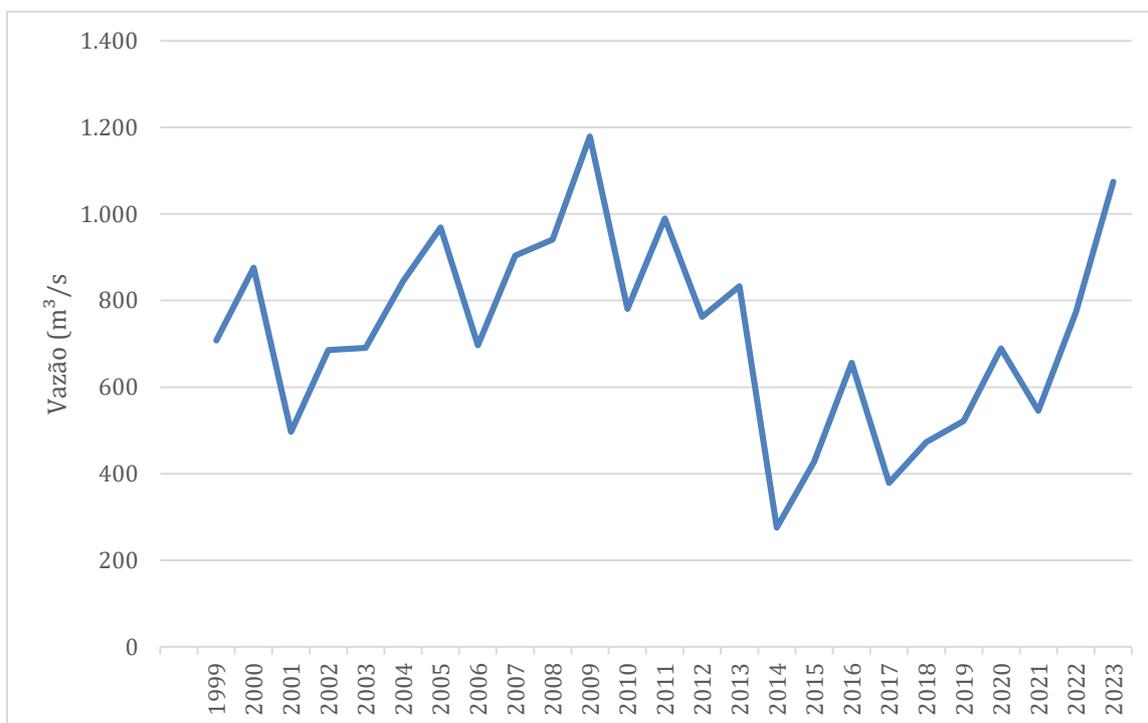


Fonte: INMET, 2023.

O histórico de vazão entre os anos de 1999 e 2023 mostram uma variação considerável nos ciclos da água no decorrer dos anos. “A década de 90 apresenta cota máxima anual em abril (670 cm) e pico mínimo em outubro, com isso observa-se que a defasagem entre a precipitação e cota nesta década é de três meses, uma diferença de dois meses em relação à década anterior” (Franco, 2018. Pág. 9).

O autor destaca ainda que, no ano de 2000, a cota máxima ocorre no mês de fevereiro com 642 cm, tendo uma diferença de um mês (Gráfico 2). Essa diferença aumenta quando se faz essa análise de 1980 para 2000, com um decréscimo de 4 meses (Franco 2018).

Gráfico 2: Dados de Vazão média anual de 1999 a 2023 da estação Fluviométrica de Altamira.



Fonte: ONS, 2023.

Para a VGX essa situação não se aplica, pois, suas vazões são controladas conforme o hidrograma de consenso, (Quadro 4), o que faz com que esta parte considerada como TVR fique seca durante todo o ano, em relação às vazões históricas, deixando de funcionar com os períodos de enchente (dezembro, janeiro e fevereiro), cheia (março, abril e maio), vazante (junho, julho e agosto) e seca (setembro, outubro e novembro).

Quadro 4: Hidrograma de consendo A e B Proposto pela empresa Norte Energia, Consercionária Belo Monte

Hidrograma	Enchente		Cheia			Vazante			Seca			Enchente
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
A	1100	1600	2500	4000	1800	1200	1000	900	750	700	800	900
B	1100	1600	4000	8000	4000	2000	1200	900	750	700	800	900

Fonte: Agência Nacional de Águas. Resolução nº 740, de 06 de outubro de 2009. Anexo III, Adaptado.

O Art. 4o da RESOLUÇÃO No 740, DE 06 DE OUTUBRO DE 2009 diz que:

As condições de operação do reservatório do aproveitamento hidrelétrico serão definidas e fiscalizadas pela ANA, em articulação com o Operador Nacional do Sistema – ONS, conforme disposição do art. 4o, inciso XII e §3o, da Lei no 9.984, de 2000, devendo respeitar as seguintes condições gerais:

I – Vazão mínima a ser mantida no reservatório dos canais: 300 m³/s; II – Vazões médias mensais a serem mantidas no trecho de vazão reduzida (TVR), alternando os hidrogramas A e B em anos consecutivos, conforme Anexo III.

§ 1o Caso, em dado mês, a vazão afluente for inferior à prescrita no Anexo III, deve ser mantida vazão igual à afluente no TVR;

§ 2o O NA mínimo do reservatório poderá ser reduzido para atender simultaneamente as condições expressas nos incisos I e II, quando a vazão afluente for inferior à vazão prescrita para o TVR somada a 300 m³/s;

§ 3o A vazão instantânea no mês de outubro no TVR não poderá ser inferior a 700 m³/s, exceto caso a vazão afluente o seja;

§ 4o Nos meses de ascensão do hidrograma, a vazão instantânea no TVR não deverá ser inferior à vazão média prescrita para o mês anterior, exceto caso a vazão afluente o seja;

§ 5o Nos meses de recessão do hidrograma, a vazão instantânea no TVR não deverá ser inferior à vazão média prescrita para o mês seguinte, exceto caso a vazão afluente o seja [...].

3.2 Geologia Geomorfologia e Solos

O mapeamento de geologia de acordo com Leme Engenharia (2009) e Vasquez; Rosa (2008). No documento de estudos de Impacto Ambiental – EIA e visto na Figura 6, a área de estudo tem em sua composição geológica a unidade do paleoproterozóico AxrIII – Migmatitos, cujo relevo tem formas côncavo-convexas, em locais com movimentos dinâmicos, e em outros, menos acidentados. Além disso, a composição litológica dos migmatitos variam conforme a composição original, quantidade de grau e assimilação do paleossoma.

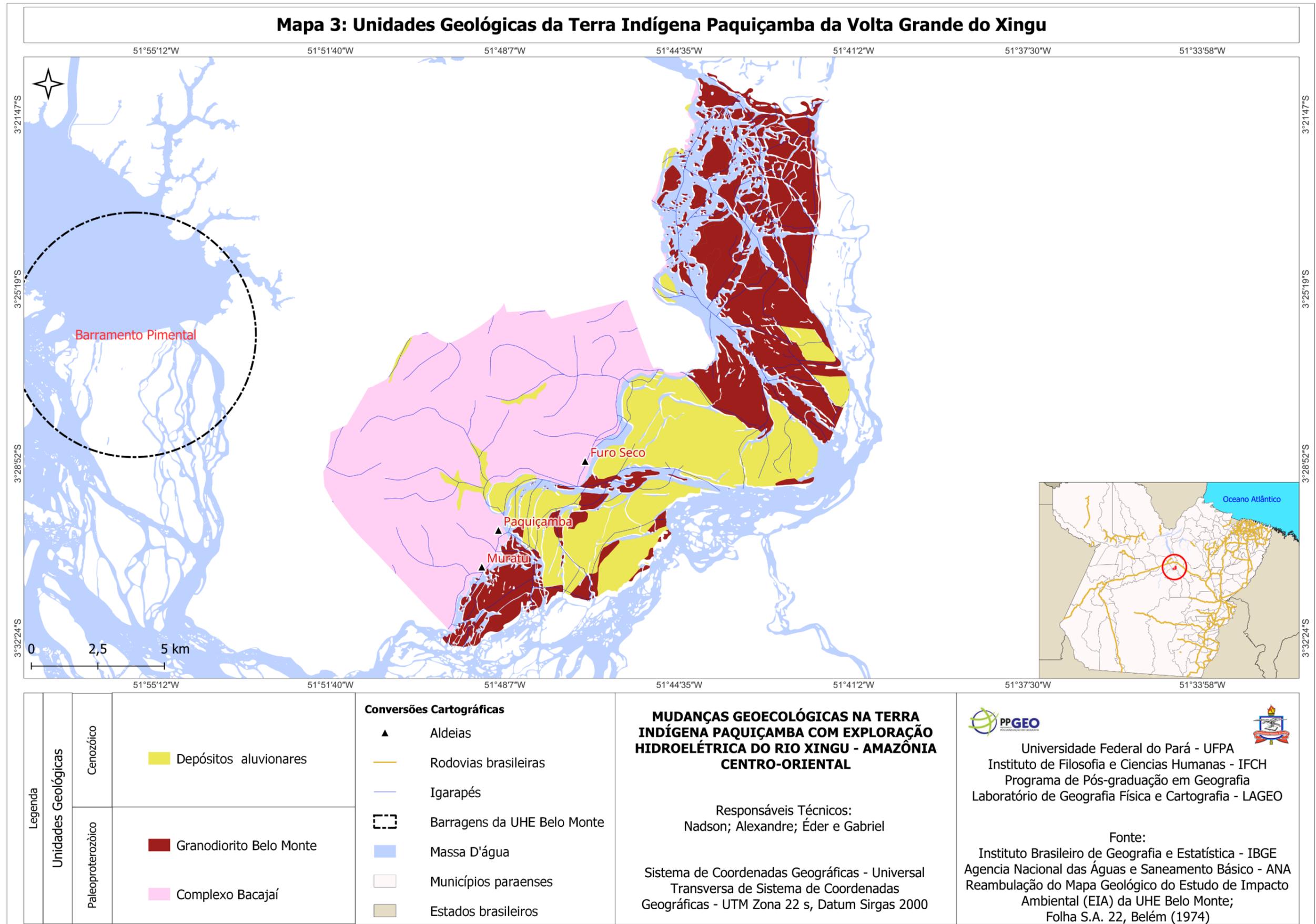
Para Vasquez e Rosa (2008) essa área está relacionada à formação Complexo Bacajaí, localizada na área de terra firme, onde se tem as áreas agricultáveis. Para Leme Engenharia (2009), as áreas de pedrais (Figura 18) eram consideradas também como AxrIII – Migmatitos, porém, com a reambulação dos dados e melhoramento da escala foi definida essas áreas de pedrais como Granodiorito Belo Monte, onde há a maior quantidade de rochas expostas. As duas classes estão relacionadas ao período paleoproterozóico.

A área de estudo também é composta em boa parte por áreas de Coberturas Cenozóicas, que;

Compreendem sedimentos relacionados aos ciclos de aplainamento pós-mesozóicos. Estão representados por sedimentos detríticos em estágio inicial ou parcial de consolidação, correspondentes a terraços, aluviões e coluviões do Quaternário (Leme Engenharia. 2009, pág. 272).

Nesse sentido, Leme Engenharia (2009) destaca que na classe de Aluviões e Coluviões (Qa), o que definimos como “Depósitos Aluvionares”. Esses depósitos são distribuídos superficialmente cobrindo as unidades geológicas mais antigas, os colúvio aluviões (Depósitos Aluvionares) ocorrem em forma de terraços antigos em cotas mais elevadas ou em corpos alongados, assim, acompanhando o principal curso das drenagens atuais, sob a forma de depósito de canal ou de várzea.

Figura 6: Mapa das Unidades Geológicas da Terra Indígena Paquiçamba da Volta Grande do Xingu.



Fonte: Autores (2023)

Os coluviões, ou depósitos aluvionares, estão distribuídos no decorrer das depressões locais e encostas das principais elevações da área de estudo (Figura 7). Apresentam espessura e granulometria variáveis em função das condições topográficas e da natureza da área supridora dos sedimentos.

A geomorfologia de uma área de estudo nos mostra em seu reflexo espacial uma troca de energia, matéria e informação que se encontram na paisagem, o que nos permite entender através das formas de relevo o que melhor se aplica para determinada área, no que tange ao planejamento ambiental mais eficiente.

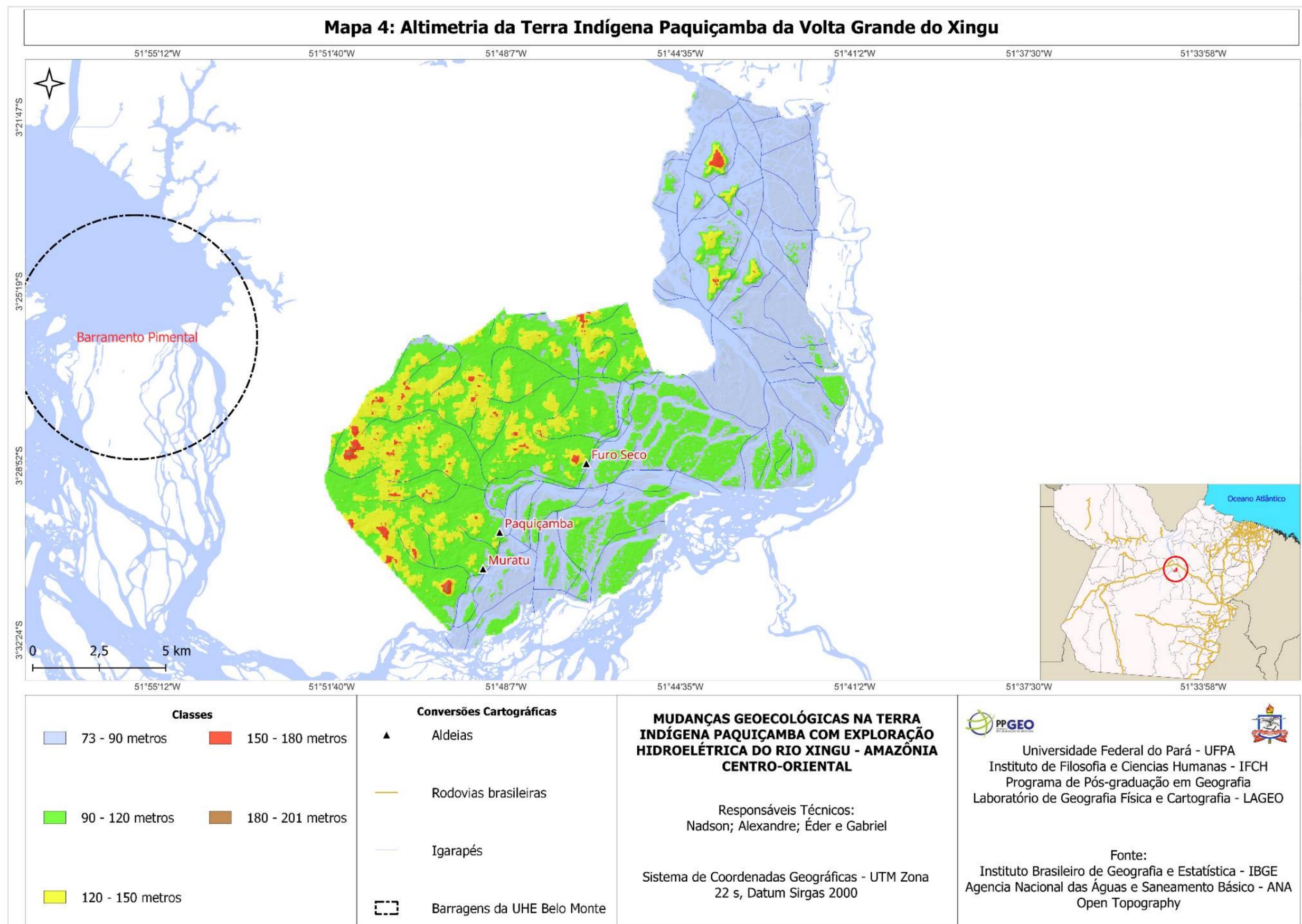
De acordo com Ross, (1990) e Oliveira (2010), entender os pontos de fragilidade de um local é de suma importância para um bom planejamento ambiental, sendo assim, a geomorfologia serve para sintetizar as variáveis ambientais que existem no meio físico indicando com mais clareza esses pontos de fragilidade, destacando a importância de relacionar os diversos componentes naturais como (geologia, solos, cobertura vegetal, clima e ação antrópica).

Na região do Xingu temos uma variável considerável de tipos de relevo, o que nos permite ver diversos pontos de vulnerabilidade ambiental. Para a TI Paquiçamba, temos as seguintes formas de relevo: colinas amplas e suaves, planícies fluviais e Praias (Figura 9).

Para a classificação dos domínios geomorfológicos foram analisados os dados do EIA de Belo Monte, em uma escala de 1:100.000, seguindo também os mesmos padrões de cores para as classes mapeadas (Mapa 6) e (Quadro 5).

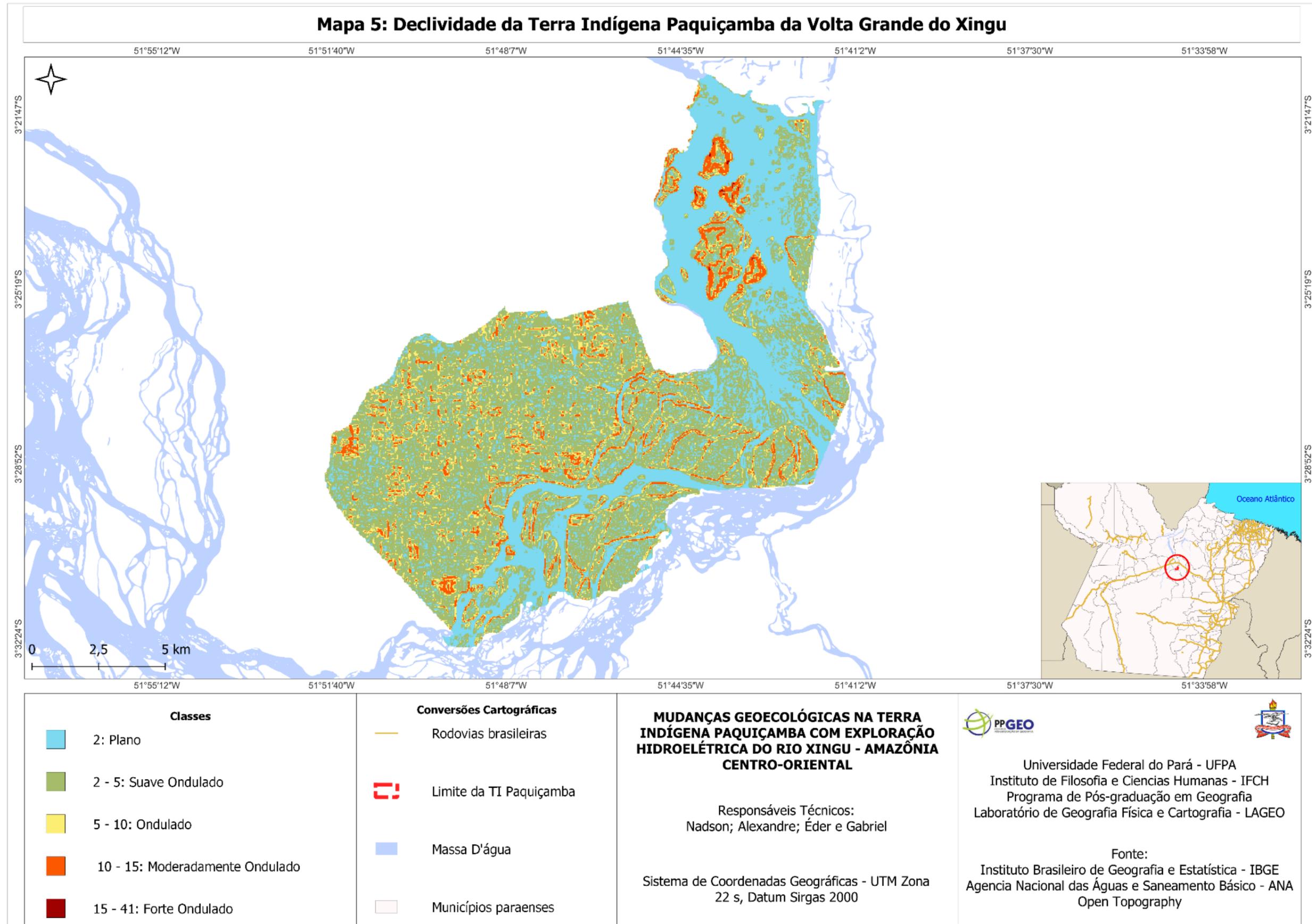
Já para a readequação do mapeamento foi analisado os mapas de altimetria (Figura 7) e declividade (Figura 8) do limite da TI Paquiçamba, conforme o mapeamento de Vasquez; Rosa (2008).

Figura 7: Mapa de Altimetria da Terra Indígena Paquiçamba da Volta Grande do Xingu.



Fonte: Autores (2023)

Figura 8: Mapa de Declividade da Terra Indígena Paquiçamba da Volta Grande do Xingu.



Fonte: Autores (2023)

A geomorfologia da Volta grande do Xingu faz com que a área de estudo seja única, já que a formação rochosa faz com que o rio seja desenhado em forma de arco, formando diversas áreas de cachoeiras, fazendo com que o fluxo da água seja intenso em diversos pontos, principalmente nos períodos de cheia do rio.

Nas planícies fluviais se destacam as áreas de sarobais², que quando cheias servem como áreas de desova dos peixes. Júnior, et al (2011) ao analisar os saberes e conhecimento etnoecológico segundo os indígenas, categoriza os sarobais como áreas de vegetação sazonal que inunda, no período de grandes chuvas e enchentes.

As áreas de colinas amplas e suaves têm uma inclinação suave, baixa vertente, terraços fluviais e planície de inundação, em área que fica uma pequena parte do ano alagada, devido às cheias do rio Xingu (Kipnis, Caldarelli, 2018).

Pensando-se nas áreas de pedrais, é de se saber que:

Vertendo-se até encontrar a planície amazônica, pelas bordas rochosas do Planalto Central a uma altura de 90 metros, o rio é naturalmente desviado por sistemas de fraturas em rochas cristalinas, desenhando um grande arco de aproximadamente 130 quilômetros que SE divide em vários canais menores entremeados por numerosas ilhas, pedrais e bancos de areia (Zuanon, 2021, pág. 22).

Essas áreas de pedrais e praias ficam mais expostas quando ocorre o período de seca do rio Xingu, o que torna a navegação de rabetas e barcos pesqueiros mais difíceis, já que nesse período se formam labirintos de canais no meio das rochas, além do aparecimento de áreas mais extensas de areias. A realidade muda para a VGX devido o controle das vazões feita pela norte Energia, empresa concessionária de Belo Monte.

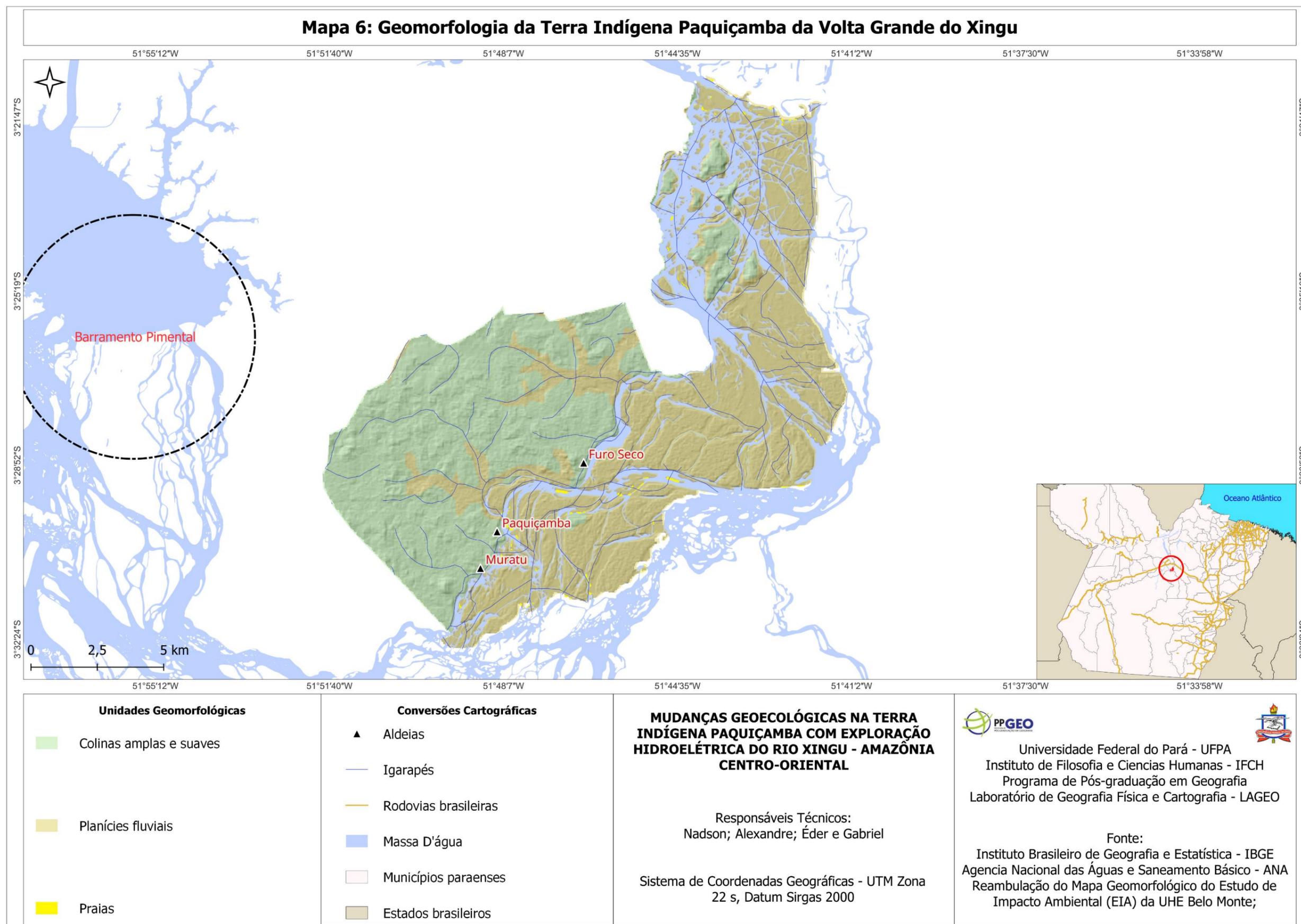
Quadro 5: Tipos de domínios geomorfológicos da Terra Indígena Paquiçamba.

SIGLA	Nome da Unidade
Cas	Colinas amplas e suaves
Pf	Planícies fluviais
Areia	Praias

Fonte: Autor (2023)

² Sarobal é um ecossistema onde sua vegetação cresce sobre afloramentos rochosos graníticos, localizados no leito do rio Xingu. De acordo com Magalhães et. al., (2016).

Figura 9: Mapa Geomorfológico da Terra Indígena Paquiçamba da Volta Grande do Xingu.



Os tipos de domínios geomorfológicos também influenciam nos tipos de uso da terra, além disso, Inácio (2005) nos diz que as unidades de paisagem derivam de processos dinâmicos como os de origem biótica, pedológica, climática, condicionados principalmente pela geomorfologia.

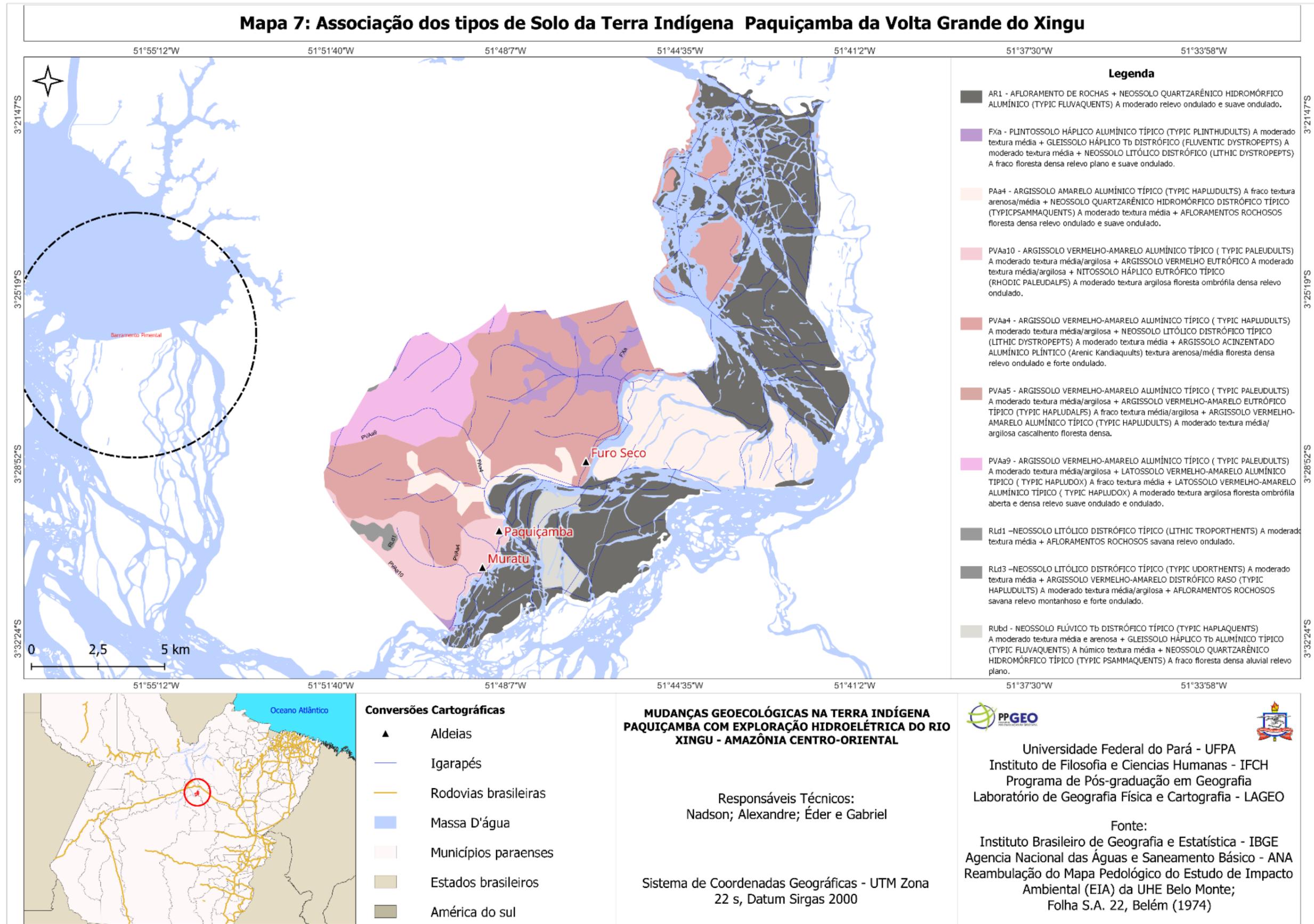
Diante do exposto, é de se saber que a região amazônica tem uma variedade de tipos de solos, o que propicia na diversidade paisagística, criando exuberantes áreas de florestas densas. O que para Salomão, et al, (2007) se dá pela disponibilidade de energia solar, água e os solos profundos que tem boa capacidade de retenção hídrica, reforçando ainda que são florestas formadas sobre latossolo amarelo, amarelo-vermelho e plintossolos, com textura variando de areno-argilosa a argilosa.

Ross (1996) nos diz que no território brasileiro estamos sobre um grande escudo de rochas metamórficas muito antigas, datadas do período Pré-cambriano Médio a Inferior, além da ocorrência de rochas intrusivas e vulcânicas velhas, tendo também alguns trechos de coberturas sedimentares antigas (Figura 10).

Para o limite da TI Paquiçamba foi feito o mapeamento de acordo com informações levantadas no projeto RADAM (1974) e EIA/AHE Belo Monte (2008) para que fosse feita a caracterização dos solos, apontando como classificação edáfica a predominância de Argissolos Vermelho Amarelo Alumínico Típico (Typic Hapadulpts) Vieira, et al. (2009).

A Figura 10 mostra que dentro do limite da TI Paquiçamba há uma distribuição considerável de tipos de solo, descritas no EIA/RIMA AHE de Belo Monte, no estudo do componente indígena da terra indígena Paquiçamba, de acordo com (Vieira, et al. 2009, pág. 75, 76 e 77) da seguinte forma:

Figura 10: Mapa de Associação dos Tipos de Solo da Terra Indígena Paquiçamba da Volta Grande do Xingu



Fonte: Autores (2023)

Argissolo Vermelho Amarelo Alumínico (PVAa) – São solos minerais, não hidromórficos, bem desenvolvidos, muito intemperizados, profundos, bem drenados, argila de atividade baixa por definição da classe, com o horizonte B textural, resultante da acumulação de argila silicatada, devido ao processo de iluviação. A área apresenta como variação solos alumínicos, eutróficos, petroplínticos e são encontrados principalmente em relevo que varia de suave ondulado a forte ondulado.

Argissolo Amarelo Alumínico (PAa) - São solos minerais, não hidromórficos, bastante evoluídos e bem intemperizados, de bem a moderadamente drenados, profundos, argila de baixa atividade, conforme definição da classe, como horizonte B textural, formado pela acumulação de argila silicada, devido ao processo de iluviação e com sequência de horizonte A, Bt e C, podendo ou não possuir horizonte E. Estes solos apresentam pouca fertilidade natural, altos percentuais de saturação com alumínio e com níveis de acidez elevados. Como variações, apresentam-se alumínicos e plínticos. Aparecem associados ao latossolo Amarelo, Plintossolo Pétrico, e Neossolo Quartzarênico.

Plintossolo Háplico Alumínico (Fxa) – São solos minerais, com horizonte plíntico ou litoplíntico, e que não satisfazem condição para pétrico ou argilúvico. São formados sob condição de restrição à percolação da água, sujeitos ao efeito temporário de excesso de umidade, e que se caracterizam fundamentalmente por apresentarem expressiva plintilização. Aparecem na área em condição de fundo de vales encaixados, imperfeitamente ou mal drenados, ou em planícies e terraços baixos de coberturas recentes. Solos de baixa fertilidade natural e ácidos, o que lhes confere o caráter alumínico.

Afloramentos Rochosos com Neossolos Quartzarênico Alumínico (AR1) – Solos minerais arenoquartzosos, pouco evoluídos, pouco profundos ou profundos, contendo percentagem de argila menor que 15% até 200 cm de profundidade, sendo que mais de 95% da relação areia está representada por quartzo, possuindo sequência de horizontes A e C. A classe edáfica está presente nas ilhas do rio Xingu, principalmente na ilha, e, estando associados

aos afloramentos rochosos, dessa forma, podem ou não apresentar as características totais de sua formação.

Neossolos Flúvico Distrófico (Rubd) – São solos pouco desenvolvidos, pouco profundos ou profundos, moderadamente drenados, formados pela deposição de sedimentos transportados pelos cursos d'água, tendo como horizonte apenas o A, seguido de uma sucessão de camadas estratificadas, de diferentes tipos de materiais, sem nenhuma relação pedogenética. Em decorrência de grande variação no tamanho, densidade e composição mineralógica, física e química dos componentes, estes solos possuem propriedades que variam a curta distância, vertical e horizontal, tornando difícil a determinação de um perfil modal. Os neossolos flúvicos, por terem camadas estratificadas, possuem distribuição muito irregular de carbono, portanto, com teor de matéria orgânica bastante variável de um estrato para outro. Aparecem ao longo dos diques e planícies incipientes no rio Xingu, associados a Gleissolos Háplico e Neossolos Quartzarênico Hidromórfico.

Neossolo Litólico Distrófico (RLD) - Solos rasos, bem drenados, com elevados teores de minerais primários, pouco resistentes ao intemperismo e, também, possuindo blocos de rocha semi-intemperizados de diversos tamanhos. Estes solos possuem o horizonte A sobrejacente à rocha, sendo que, em alguns casos, apresenta Bi e/ou C. A cor, textura, estrutura e consistência são bastante variáveis, dependendo da composição mineralógica e química do material originário. Apresentam-se distróficos, de textura média, e são encontrados em relevo que varia de ondulado a forte ondulado, compondo associação com Afloramentos de Rochas, Argissolo Vermelho-Amarelo e Cambissolo, como dominante nas unidades de mapeamento RLd1 a RLd3 e como subdominante nas AR2, CXbd2, PVAa4, PVAa7 e PVAa11.

3.3. Tipos de Vegetação

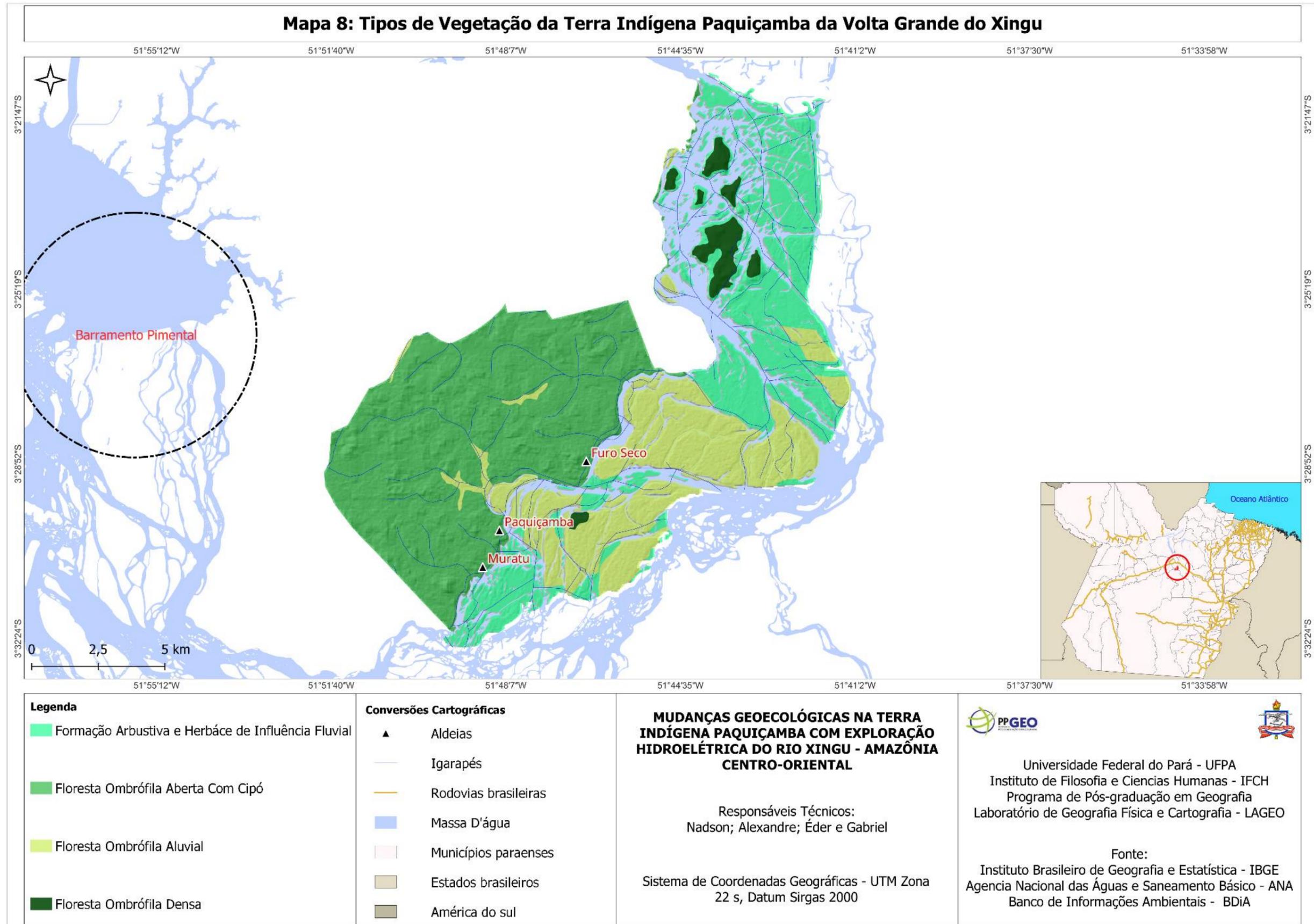
A terra indígena Paquiçamba contém duas áreas de limite onde a área regularizada é de 4.384ha, e a área declarada tem área de 15.733ha, ambas as áreas são tradicionalmente ocupadas, sendo o seu limite composto por Floresta

arbustiva e herbácea de influência fluvial, floresta ombrófila aberta com cipó, floresta ombrófila aluvial e floresta ombrófila densa (Figura 11).

A floresta arbustiva e herbácea de influência fluvial está inserida nas áreas de pedrais, que não produzem matéria orgânica suficiente para crescer vegetação ombrófila densa. Logo, a floresta ombrófila aberta com cipó fica nas áreas de terra firme, é classificada de acordo com Vieira, et al. (2009) para a TI Paquiçamba como predominante, recobrando as feições edáficas de Argissolos Vermelho-Amarelo Alumínico e Argissolos Amarelos Alumínico, que estão em associação com os Plintossolos Háplico Alumínico. Suas formas de relevo são formadas por Colinas médias e pequenas, além de áreas de morrotes.

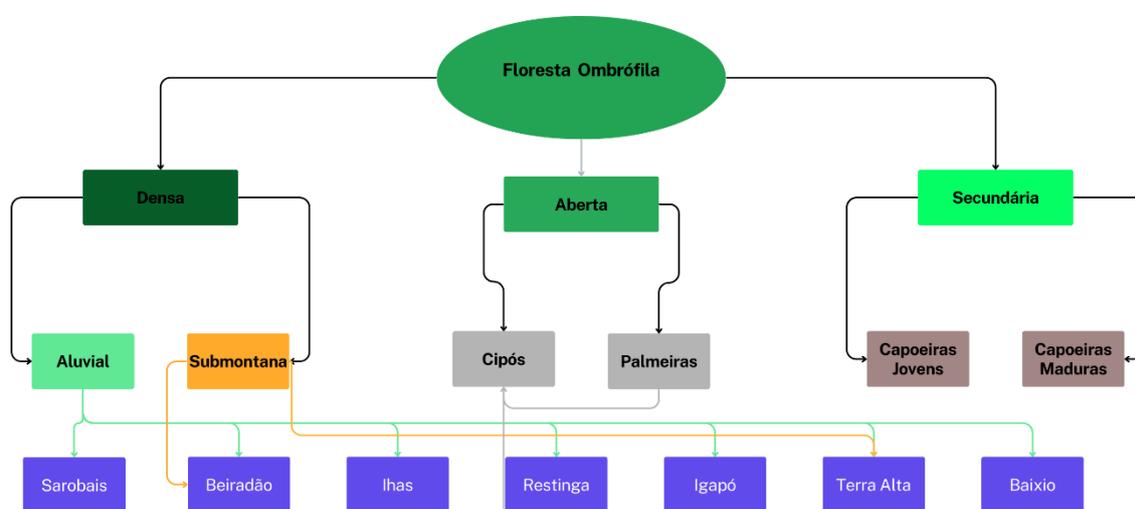
O que consoante o EIA/AHE Belo Monte podem variar de 30 m até 300 m de Altitude. A floresta ombrófila aluvial está nas planícies de inundação, são as florestas que ficam inundadas nos períodos de cheias e enchentes. Vieira, et al, (2009) no EIA/RIMA AHE de Belo Monte, no estudo do componente indígena da terra indígena Paquiçamba diz que é uma formação florestal regionalmente conhecida como várzea, e que possui uma diversidade pouco inferior em relação ao que contém a floresta de terra firme, já que está se encontra em função das condições hidrológicas a que são submetidas, o que tem uma variação considerável da lâmina d'água, e a floresta ombrófila densa está inserida nas ilhas residuais da VGX. São florestas que se reproduzem nas ilhas do rio Xingu em altitudes acima de 150 metros (Figura 11).

Figura 11: Mapa dos Tipos de Vegetação da Terra Indígena Paquiçamba da Volta Grande do Xingu.



Vieira, et al, (2009) fazem um levantamento tipológico ambiental na visão dos Juruna (Yudjá) de acordo com informações passadas pelas famílias indígenas, demonstrado na Figura 12. As informações foram feitas com o intuito de subsidiar conceitos e características ambientais inseridas na fitofisionomia regional levando em consideração o meio físico e biótico além das unidades edáficas (Solos), geomorfologia (Relevo), fauna e ictiofauna e fenômenos que estão relacionados ao ciclo hidrológico e processos ecológicos da área.

Figura 12: Fluxograma dos Tipos de Vegetação da Terra Indígena Paquiçamba de Acordo Com os Saberes dos Jurunas (Yudjás)



Fonte: Elaboração do autor, por Vieira, et al, (2009).

O autor aponta a partir desse estudo de conceitos locais 6 tipologias ambientais, a saber: Sarobais e pedrais; Beiradão; Ilhas; Gapó; Restinga e Terra firme, entre as áreas de terras baixas, conhecida pelos Indígenas Juruna como Baixo, e terras altas.

3.4. Estrutura Geocológica da TI Paquiçamba

Após a fase de análise e diagnóstico, foi realizado a compartimentação geocológica da TI Paquiçamba, definindo/individualizando as unidades de paisagem da área, baseando-se na base teórico-metodológica de Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2013), utilizada por Paula et al (2016) e Paula (2017).

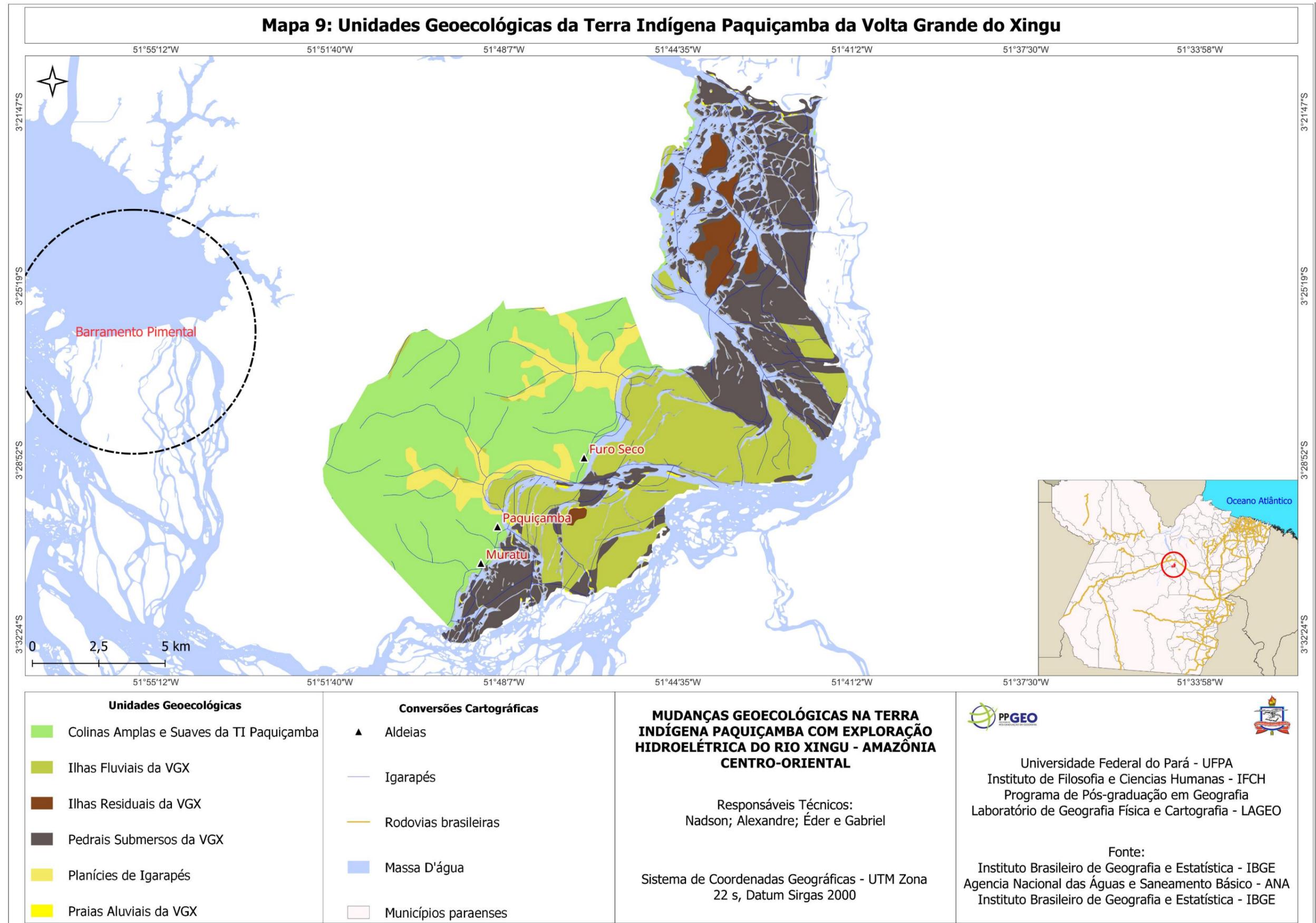
Entendendo que a interação dos componentes naturais da paisagem (solos, cobertura vegetal, geologia, geomorfologia e recursos hídricos) com as

ações do homem, é de suma importância para o planejamento ambiental, a compartimentação geocológica surge como subsídio para uma análise crítica mais detalhada dos problemas ambientais, fornecendo diretrizes para a aplicação do planejamento ambiental.

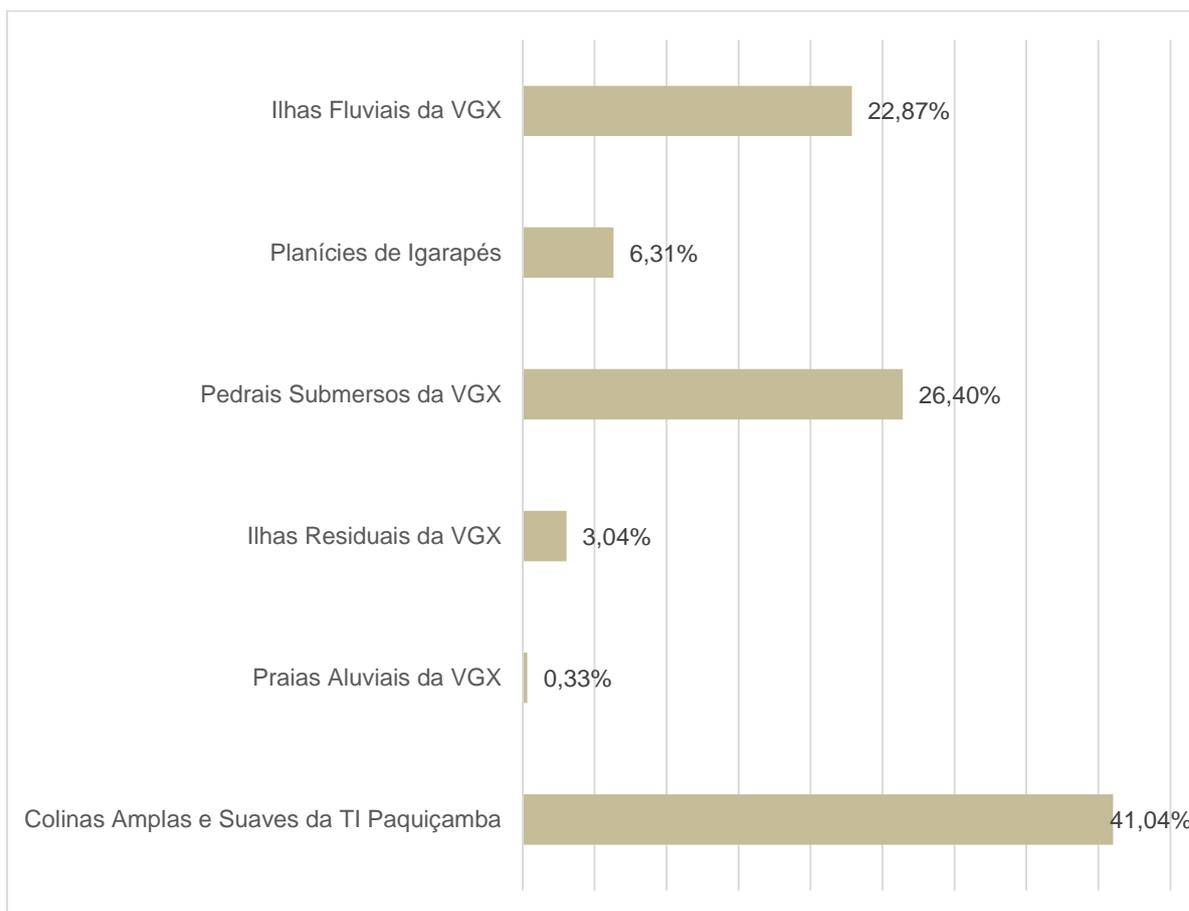
Para a compartimentação geocológica da terra indígena Paquiçamba os aspectos geomorfológicos serviram como base, principalmente para a reorganização dos dados de Leme Engenharia (2009). Logo, foi essencial a utilização dos dados de mapeamento de Vasquez; Rosa (2008).

A partir dos componentes geomorfológicos foi definido as 6 unidades geocológicas, a saber: colinas amplas e suaves da TI Paquiçamba, Ilhas aluviais da VGX, Ilhas residuais da VGX, Pedrais submersos da VGX, Planície de igarapés e Praias fluviais da VGX, conforme apresenta a Figura 13.

Figura 13: Mapa das Unidades Geocológicas da Terra Indígena Paquiçamba da Volta Grande do Xingu.



Fonte: Autores (2023)

Gráfico 3: Porcentagem distribuída das unidades geológicas.

Fonte: Autor (2023)

A unidade geológica de **Planície de igarapés** (Figura 14) tem como formação pedológica os tipos de solo **Plintossolo Háplico Alumínico (Fxa)** e **Argissolo Vermelho Amarelo Alumínico (PVAa)**. Está geologicamente inserida no Complexo Bacajaí, com uma área de 1065,5 ha da área total da TI Paquiçamba, o que equivale a 6,31% da área total.

Esta área está relacionada a atividades de criação de animais, como porcos, galinha, além de ser área de pesca nos períodos de cheia e enchente, já que essas áreas inundam, trazendo cardumes de várias espécies de peixes para desovar e se reproduzirem, assim como as **Ilhas Residuais da VGX** (Figura 17), que também são áreas de caça, por serem localidades que contém boa parte das árvores frutíferas, servindo de alimento para as caças, peixes e para a população indígena.

Os tipos de uso da terra são Atividades relacionadas a agricultura e pastagem, contendo áreas de floresta em regeneração e floresta ombrófila

aberta com cipó. A área de floresta em regeneração está relacionada com áreas de pasto abandonadas, roças que estão em período de descanso.

Figura 14: Unidade Geocológica Planície de igarapés da TI Paquiçamba.



Fonte: Nadson de Pablo/Campo (2020)

A unidade geocológica denominada **Praias Aluviais da VGX** são áreas de reprodução de Quelônios, além de área de lazer para as famílias de ribeirinhos e indígenas que vivem em localidades próximas. Geologicamente está inserida na classe de Granodiorito Belo Monte, com sua formação pedológica composta por **Afloramentos Rochosos com Neossolos Quartzarônico Alumínico (AR1)**.

A classe de praias aluviais da VGX (Figura 15) tem uma área de 56,1, o que equivale a 0,33% da área total, sendo ela a menor classe geocológica da TI Paquiçamba. Atualmente essas áreas permanecem sem modificação nos períodos de cheia e enchente, por estar inserida dentro do TVR, logo, essas áreas perderam a dinâmica de funcionamento natural de carregamento e depósito de sedimentos.

Figura 15: Unidade Geoecológica Praias Aluviais da VGX, na TI Paquiçamba.



Fonte: Nadson de Pablo/Campo (2023)

A unidade geoecológica **Ilhas fluviais da VGX** está inserida na formação geológica **Depósitos aluvionares**, com uma área de 3860,8 ha, o que equivale a 22,87% da área total da área de estudo. Essa unidade é conhecida por estar relacionada as atuais planícies de inundação periodicamente inundadas pelos pulsos sazonais de cheia do rio Xingu. São áreas planas com litologia formada por depósitos aluvionares de argila, silte e areia (Figura 16).

A TI Paquiçamba, por estar inserida no Trecho de Vazão Reduzida (TVR) tem uma a vazão controlada por hidrogramas de operação de Belo Monte, o que acarretou alteração na dinâmica das áreas, devido aos níveis de água baixo após a criação da barragem de Belo Monte, fazendo com que grandes áreas no período de cheia e enchente não sejam mais inundadas.

Os tipos de uso das Ilhas fluviais da VGX estão relacionados a áreas de pesca, por ser uma área inundável nos períodos de cheia e enchente, porém, com a diminuição da vazão as áreas inundáveis estão secas. De acordo com o Pezzuti, et al, (2018) diversas áreas não foram alagadas em 2016, mostrando as mudanças causadas pela diminuição da vazão.

Figura 16: Unidade Geocológica Ilhas Fluviais da TI Paquiçamba.



Fonte: Nadson de Pablo/Campo (2020)

Com isso, “a fragilidade ecológica da fauna e flora associadas aos trechos de corredeiras e às planícies aluviais da Volta Grande do Xingu exige que a intensidade e o ritmo dos ciclos naturais de inundação sazonal sejam mantidos da forma mais próxima possível ao que ocorria antes das alterações no curso do rio” (Zuanon, et al 2021. Pág. 44).

Os tipos de solo associados a essa unidade são: Plintossolo Háplico Alumínico (Fxa); Argissolo Amarelo Alumínico (PAa); Argissolo Vermelho Amarelo Alumínico (PVAa); Neossolo litólico distrófico– *RLD*; Afloramentos Rochosos com Neossolos Quartzarônico Alumínico (AR1) e Neossolos Flúvico Distrófico (Rubd). A sua vegetação é composta por floresta pioneira.

A unidade geocológica **Ilhas residuais da VGX** (Figura 17) está inserida na formação geológica **Granodiorito Belo Monte**, com área de 513,6 ha, o que equivale a apenas 3,04% da área de estudo. Essa unidade é encontrada principalmente nas diversas ilhas do Rio Xingu, são relevos acidentados com amplitude de 20 a 40 metros e inclinação predominante de 15% a 30%, “terrenos

sensíveis à interferência antrópica devido à inclinação de suas encostas” (Leme Engenharia, 2009, pág. 363).

Os tipos de solo dessa unidade são os Afloramentos rochosos com neossolos quartzarênico alumínico (AR1) e Argissolo vermelho amarelo alumínico (PVAa), A vegetação da unidade é composta por floresta ombrófila densa, não sofrendo influência direta das cheias e enchentes que ocorrem no rio Xingu, por encontrar-se em uma parte mais elevada.

Figura 17: Unidade Geoecológica Ilhas residuais da VGX, da Terra Indígena Paquiçamba.



Fonte: Nadson de Pablo/Campo (2023)

A unidade geoecológica **Pedrais submersos da VGX** (Figura 18) está inserida na formação geológica **Granodiorito belo monte**, com área de 4.457,2 ha, o que equivale a 26,40% da área de estudo, formando um ambiente bastante peculiar, com cachoeiras e corredeiras de baixa queda, presentes em canais anastomosados da VGX, que “extremamente complexos tornando impraticável uma caracterização hidráulica do trecho” (Leme engenharia, 2009, pág. 102).

As áreas extensas de pedrais acabam sendo grandes áreas de depósito de sedimentos com predominância de processos fluviais. Esses processos dependem da alternância entre períodos de cheia e de estiagem e sobrepõem em importância, neste local, a susceptibilidade à erosão superficial (Leme Engenharia, 2009, pág. 102).

Os tipos de solo dessa unidade são os Afloramentos rochosos com neossolos quartzarênico aluminico (AR1) e Argissolo vermelho amarelo aluminico (PVAa). A vegetação varia de floresta arbustiva e herbácea de influência aluvial a floresta ombrófila aluvial, onde a primeira é caracterizada por áreas com menos intensidade de depósitos aluvionares, e a segunda com maior ocorrência de depósitos sedimentar.

Figura 18: Unidade Geoecológica Pedrais Submersos da VGX, da Terra Indígena Paquiçamba.



Fonte: Nadson de Pablo/Campo (2023)

A unidade geoecológica **Colinas amplas e suaves da TI Paquiçamba** (Figura 19) está inserida na formação geológica **Complexo bacajaí**, com área de 6.927,6 ha, o que equivale a 41,04% da área de estudo, sendo a maior

unidade classificada. Essa área contém um modelado de dissecação; erosão laminar e em sulcos em locais pontuais de média e baixa intensidade, área onde são exercidas as culturas de usos da terra como pastagem e áreas de agricultura/roçados.

Figura 19: Colinas amplas e suaves da TI Paquiçamba



Fonte: Nadson de Pablo/Campo (2023)

Os tipos de solo dessa área são os Plintossolo Háplico Alumínico (Fxa); Argissolo Vermelho Amarelo Alumínico (PVAa) e o Neossolo Lítico (RLD). O que favorece sua formação florestal composta por floresta ombrófila aberta com cipó. Parte dessas áreas de florestas são convertidas em pastagem, fora da área regularizada, já que é uma área que ainda não está declarada para os indígenas, já, dentro do limite da área regularizada são encontradas áreas agrícolas, usadas pelos indígenas.

Quadro 6: Síntese das características das unidades geocológicas da Terra Indígena Paquiçamba.

Regiões Geocológicas	Unidades Geocológicas	Características Geocológicas			
		Geologia	Geomorfologia e Morfodinâmica	Solos	Formas de Uso e Cobertura da Terra
Superfícies Aplainadas da Transamazônica e Xingu	Colinas Amplas e Suaves da TI Paquiçamba	Complexo Bacajá	Colinas amplas e suaves: modelado de dissecação; Erosão laminar e em sulcos em locais pontuais de média e baixa intensidade, área onde são exercidas as culturas de usos da terra como criação de pastos e áreas de agricultura.	Plintossolo Háplico Alumínico (Fxa); Argissolo Vermelho Amarelo Alumínico (PVAa); Neossolo litólico (RLD).	Agricultura; Rocha Exposta; Massa D'água; Pasto Sujo; Floresta em Regeneração; Floresta Ombrófila Aberta Com Cipó; Floresta Ombrófila Aluvial.
	Ilhas Residuais da VGX	Granodiorito Belo Monte	Colinas amplas e suaves: Estes relevos sustentados por rochas do embasamento cristalino são terrenos sensíveis à interferência devido à inclinação de suas encostas. Estes relevos formam ilhas dispersas nas margens do rio Xingu.	Afloramentos Rochosos com Neossolos Quartzarônico Alumínico (AR1); Argissolo Vermelho Amarelo Alumínico (PVAa).	Floresta Ombrófila Densa
Planície Fluvial do Rio Xingu	Ilhas Fluviais da VGX	Depósitos aluvionares	Planície Fluvial: modelado de acumulação, áreas suscetíveis a enchentes periódicas e pontos de erosão laminar, onde os indígenas exercem suas atividades de pesca durante os meses de cheias e enchentes.	Plintossolo Háplico Alumínico (Fxa); Argissolo Amarelo Alumínico (PAa); Argissolo Vermelho Amarelo Alumínico (PVAa); Neossolo litólico distrófico– RLD; Afloramentos Rochosos com Neossolos Quartzarônico Alumínico (AR1); Neossolos Flúvico Distrófico (Rubd).	Rocha Exposta; Areia; Massa D'água; Pasto Sujo; Floresta em Regeneração; Floresta Ombrófila Aluvial. Com Cipó.
	Pedrais Submersos da VGX	Granodiorito Belo Monte	Planície Fluvial: formam corredeiras entremeadas por algumas ilhas aluviais e estão presentes em canais anastomosados. Há que se observar, no entanto, que esta tipologia de relevo ocorre, apenas de forma restrita, na porção sul do corredor onde está o rio Xingu.	Afloramentos Rochosos com Neossolos Quartzarônico Alumínico (AR1);	Rocha Exposta; Areia; Floresta Arbustiva e Herbácea de Influência Fluvial; Floresta Ombrófila Aluvial.
	Planícies de Igarapés	Complexo Bacajá	Planícies de Igarapés: Áreas alagáveis nos períodos de cheia/enchente, nos igarapés. Formando áreas de desova de peixe e locais de alimentação de vários tipos de animais, como o porcão do mato e o catitu.	Plintossolo Háplico Alumínico (Fxa); Argissolo Vermelho Amarelo Alumínico (PVAa);	Agricultura; Pasto Sujo; Floresta em Regeneração; Floresta Ombrófila Aberta Com Cipó.
	Praias Fluviais da VGX	Granodiorito Belo Monte	Areia: são áreas de reprodução de Quelônios, além de área de lazer para as famílias de ribeirinhos e indígenas que vivem em localidades próximas.	Afloramentos Rochosos com Neossolos Quartzarônico Alumínico (AR1);	Areia.

Fonte: Autor (2023) Adaptado de Silva e Cavalcanti (2013), utilizada por Paula et al (2016) e Paula (2017).

O Quadro 6 sintetiza as unidades geoecológicas da terra indígena Paquiçamba e suas características, deixando claro a interação dos componentes naturais e as atividades antrópicas exercidas em cada unidade. O que é determinante, sendo cada tipo de atividade relacionada a cada tipo de unidade geoecológica.

Capítulo 4: QUESTÕES AMBIENTAIS DE GRANDES EMPREENDIMENTOS NA AMAZÔNIA: O CASO DA REGIÃO DO XINGU E TRANSAMAZÔNICA

A região amazônica é reconhecida no mundo como um local de grandes riquezas naturais e culturais, atraindo a atenção para as possibilidades de exploração, bem como, para a importância de sua preservação. É de se saber que a Amazônia é destaque por sua vasta e extraordinária floresta e por seus rios, o que lhe permite ter o mais variado ecossistema (Ab'sáber, 2003).

O clima, florestas, riquezas minerais e principalmente seus recursos hídricos são recursos cobiçados, e a exploração destes de forma desordenada vem alterando drasticamente o bioma Amazônia. A partir do século XXI, com o avanço tecnológico, os olhares do mundo se voltaram para a Amazônia, devido à potencialidade de seus recursos naturais, principalmente energético e mineral (Costa; Alves, 2018).

De acordo com dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, o Pará é um dos estados da Amazônia legal que mais desmatou de 2008 até o ano de 2023, com 52.316,41 km², o que equivale a 42,29% da área desmatada durante esse período (INPE, 2023).

Pensando no processo do uso do território para a região do Xingu devemos entender o início da exploração dos seus recursos que pode ser considerado com o início da era do Brasil colonial, com os exploradores portugueses, espanhóis e holandeses, que migraram para a região do Xingu nas missões jesuítas, que ocorreram entre os anos de 1836 e 1883 (Freire, et al 2018).

Freire et al. (2018) ainda destacam algumas etapas, onde a primeira inicia-se no Brasil colonial e dura até o século XX, marcado com o processo de imigração da população de outras regiões para ocupar e explorar grandes áreas

da região estabelecendo a implantação dos municípios que hoje completam a região do Xingu e Transamazônica.

A segunda que se dá com o ciclo da borracha na região amazônica, que atraiu sobretudo, pessoas advindas das regiões do nordeste do país iniciando uma etapa importante no processo de colonização da área, bem como, contribuindo no desenvolvimento das atividades de extração do Látex dos grandes seringais, impulsionado pela segunda revolução industrial.

Entretanto, o grande marco de ocupação da região ocorreu na terceira etapa, com a criação da rodovia Transamazônica, na década de 1970, que consolidou a política de colonização da região.

A região do Xingu e Transamazônica foi marcada por um processo de ocupação intenso onde foi empregado uma política de exploração dos recursos naturais como forma de assegurar terras nas vicinais que cortam a grande rodovia Transamazônica (BR 230). Tudo isso com o implemento do Programa de integração Nacional - PIN, que para Oliveira e Neto (2006) foi um plano futurista para o país, visando a integração e organização do território tendo em vista a valorização e desvalorização das regiões, além de inclusão de cidades e atividades econômicas.

A criação da BR - 230 (Figura 20) foi o início das grandes explorações feitas até recentemente na região do Xingu, com a abertura das vicinais conhecidas como *espinhas de peixe*, onde a massa populacional foi crescendo, e junto a isso grandes áreas de florestas começam a ser abertas para exploração madeireira e criação de grandes áreas de fazendas.

Figura 20: Tratores trabalhando no processo de terraplanagem em um trecho da Rodovia Transamazônica em 1970.



Fonte: Jornal Folha de São Paulo

Para Herrera e Nascimento (2019), o processo de exploração junto a criação da rodovia transamazônica vem de um discurso de que a região do Xingu era atrasada, com vazio demográfico e econômico, deixando de lado toda a realidade ali existente de povos e culturas, tudo isso com o intuito de promover uma integração que atendesse aos interesses externos que visavam a exploração dos recursos naturais existentes na região.

O plano de colonização da Amazônia do governo Médici 1969-1974 tinha como alvo principal trazer nordestinos para colonizar a região, com um diálogo de que essa região era vazia e cheia ao mesmo tempo, vazia de pessoas e cheia de riquezas a serem exploradas, e com isso, criou-se um modelo de habitação onde;

Priorizava a ordenação racional do espaço de forma que setorizava espacial e socialmente os diferentes grupos que deveriam habitar os núcleos urbanos. O Urbanismo Rural carregava valores socioculturais que pouco se integraram à realidade amazônica e tendeu para o fracasso (Kruguer, 2022, pág. 3).

A partir da construção da Transamazônica houve certa facilidade para a criação de novos projetos na região do Xingu, no qual a hidrelétrica de Belo Monte, que era pensada há alguns anos para a Volta Grande do Xingu - VGX acabou ganhando abertura para ser implementada (Freire et al., 2018).

A Usina Hidrelétrica de Belo Monte possui capacidade instalada de 11.233,1 MW, sendo que para o ano de 2023 gerou 29.125 GWh, nos primeiros 6 meses do ano. A mesma é considerada uma das maiores do mundo e fica localizada na Bacia Hidrográfica do Rio Xingu, em seu baixo curso, na região da Transamazônica, dentro dos limites municipais de Altamira, Brasil Novo e Vitória do Xingu.

Faz parte de um plano de governo que pretendia estabelecer o crescimento econômico baseado na construção de grandes obras de infraestrutura, que vem sendo implementada no Brasil nos últimos 50 anos.

Para a gestão de um governo e funcionamento da sociedade em si no quesito desenvolvimentista social e econômico do país, a criação e implantação de hidrelétricas, em uma perspectiva capitalista, acaba se tornando um fator essencial para a sociedade, principalmente para os setores de atividades econômicas. Para Silveira (2016) esses eventos de instalações de grandes empreendimentos no Brasil são marcados por suas grandes repercussões, principalmente no que se refere ao planejamento ambiental, já que sempre estão vinculados a grandes áreas desmatadas, dentre outras problemáticas ambientais.

Destacando os empreendimentos, temos as grandes Usinas Hidrelétricas que barram grandes cursos de rios para a geração de energia elétrica, com o discurso de energia limpa, no entanto, para Brasil (2007a) estes empreendimentos possuem fonte renovável, porém, não se pode ignorar os impactos causados pelas usinas hidroelétricas, tanto no segmento de sustentabilidade quanto ecossistêmico e social.

A Figura 21 mostra as dezenas de hidrelétricas em operação dentro da Amazônia Legal, estratégias foram elaboradas para a criação de cada uma, com o incentivo de externalização dos recursos naturais da Amazônia e o discurso de integralização e expansão de tecnologias e inovação. Um caso específico e mais recente é o da região do Xingu e Transamazônica, que teve o início da expansão exploratória na década de 1970 com a abertura da BR - 230 Transamazônica.

As Usinas Hidrelétricas são consideradas uma das obras que mais alteram a paisagem, tendo em consideração que são obras com grandes estruturas e demandam de grandes áreas para suas instalações.

Enquanto se propõem megaprojetos para a geração de energia e navegação na Amazônia, configura-se o auge do paradoxo entre a abundância de água e a inacessibilidade social: a água é utilizada especialmente para a produção de energia a ser transportada para outras regiões do país (e para a irrigação nas áreas do agronegócio), enquanto a população não tem acesso à água potável (Becker, 2012, pág. 786).

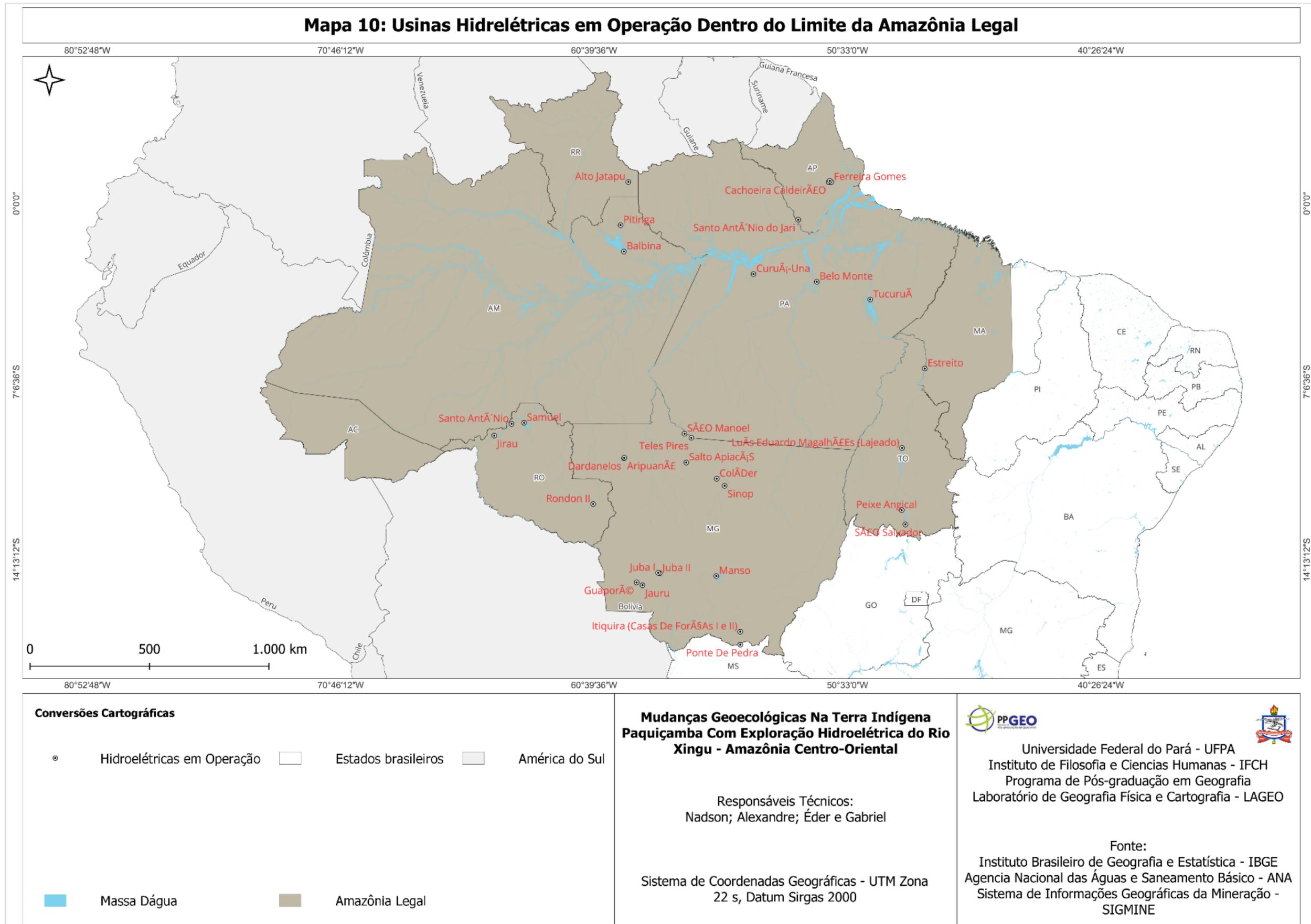
As Usinas Hidrelétricas de Balbina, Itaipu, Tucuruí e, mais recentemente, a de Belo Monte nos permitem analisar os grandes impactos que estas causaram desde o início de suas construções até hoje, sendo de suma importância compreender as transformações que foram feitas nessas localidades, já que para se construir uma hidrelétrica é necessária uma área imensa, onde já se tem culturas e tipos de espécies bem adaptados àquele ambiente.

Becker (2012) faz uma discussão sobre a necessidade de se debater o tema da escassez de água, como se é feito para o clima e a biodiversidade.

A opção brasileira pelas usinas hidrelétricas pode ser justificada basicamente pela segurança temporal no provimento de energia em função da formação de um reservatório e pelo grande potencial hidrelétrico ainda disponível no território brasileiro (MORETTO, et al, pág. 141).

É visível no Mapa 10 que as UHEs estão concentradas em sua maioria na bacia hidrográfica do rio Amazonas e pequena parte dessas UHEs estão na parte centro-sul de MT e MS.

Figura 21: Mapa das Usinas Hidrelétricas em Operação Dentro do Limite da Amazônia Legal.



Fonte: Autores (2023)

Um dos principais problemas que envolve a construção destas barragens, está relacionada ao agravamento da vulnerabilidade socioambiental de diversos povos indígenas que vivem nessas áreas de instalação destes empreendimentos hidroelétricos. Fearnside (2015) cita como exemplo a construção da barragem de Tucuruí, no Pará, no qual inundou parte de três terras indígenas, a saber; Paracaná, Pucuruí e Montanha.

Além disso, há a problemática da falta de poda – eutropização, impacto na piscosidade, alagamentos de sítios arqueológicos/paleontológicos, mudança nos modos de vidas tradicionais, expulsão da vida silvestre e a diminuição na capacidade de recuperação dessas áreas.

Na região da Transamazônica, na construção da Usina de Belo Monte, houve um processo reverso, onde duas terras indígenas (Paquiçamba e Araras da Volta Grande) ficaram no Trecho de Vazão Reduzida – TVR, no qual a dinâmica do rio foi alterada, devido o desvio da água do rio para o lago artificial da usina.

Pensando no desenvolvimento regional, é importante analisar se esses grandes empreendimentos são realmente viáveis tanto em questões desenvolvimentistas como também, principalmente em questões ambientais, já que a biodiversidade da região é imensa, e qualquer dano causado possivelmente será irreversível. Além de tudo isso, temos um histórico de instalações de hidrelétricas que já mostraram esse percurso de destruição em todo o seu processo, e o que fica depois.

4.1. Hidrelétrica de Belo Monte e os Impasses Ambientais na Volta Grande Do Xingu

A UHE de Belo Monte situa-se no rio Xingu, afluente da margem direita do Rio Amazonas, surge como fonte de inovação para a região do Xingu e transamazônica. Fearnside (2015) reforça que houve um plano inicial onde eram listadas pelo menos 297 barragens no país, das quais 79 seriam somente na região amazônica, Brasil, com uma área de inundação dessas barragens podendo chegar em até 10 milhões de hectares (Eletrobrás, 1987).

O plano de construção para UH Kararaô (Belo Monte) segundo relatório da ELETROBRÁS, (1993, 1998) era até o ano 2000 e para a UH Babaquara³ seria até o ano de 2005.

De acordo com Choueri e Nascimento (2019), houve grande resistência social ainda quando o plano da hidrelétrica era chamado de Kararaô, que conforme o seu potencial energético de instalada de 11.233 MW foi considerada uma das mais importantes obras do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) de 2003 a 2010, criado no governo Lula, com os inícios das obras em 2011 já no governo de Dilma Rousseff.

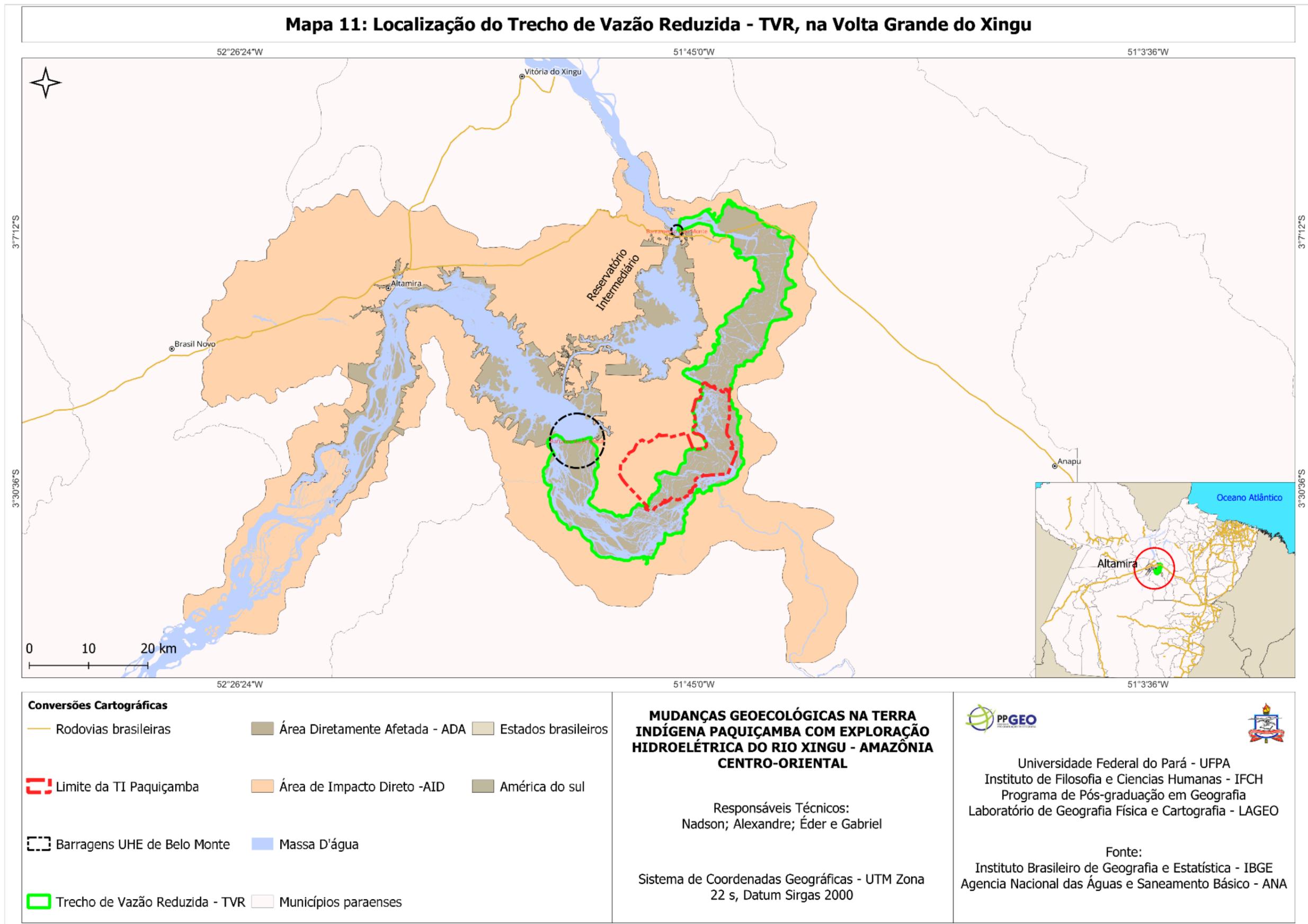
Fleury e Almeida (2013) afirmam que do plano Kararaô iniciou as obras de construção da UHBM com protestos de movimentos sociais e de povos indígenas, sendo um dos processos mais conflituosos, longo e emblemáticos da história do país. Esse conflito é tanto de cunho social quanto ambiental, que apesar de ter o parecer aprovado constando viabilidade pelo IBAMA que, sendo assim;

Em 13 de julho de 2005 o Congresso Nacional aprovou em tempo recorde a construção de Belo Monte mesmo sem um EIA/RIMA aprovado, e logo em seguida várias ONGs entraram com uma representação na Procuradoria Geral da República contestando a decisão, e a Procuradoria da República no Estado do Pará pediu uma Ação Direta de Inconstitucionalidade contra o Decreto Legislativo (nº. 788), feito sem consulta às populações afetadas, entre outras falhas (Fearnside, 2015. Pág. 236).

A figura 22, apresenta a área de instalação do projeto Belo Monte, e a Terra Indígena Paquiçamba, localizada no trecho de vazão reduzida.

³A Usina Hidrelétrica de Altamira, de 6.140 km² (antigamente chamada de Babaquara) era o projeto de uma represa que ficaria a montante do rio Xingu, que regularia o fluxo do rio para assim aumentar a produção energética da primeira barragem

Figura 22: Mapa de Localização do Trecho de Vazão Reduzida – TVR, na Volta Grande do Xingu.



Neste contexto, é importante ressaltar que teve significativa mudança na vida dos ribeirinhos e indígenas que vivem ou viveram nessas áreas que foram impactadas com a chegada da hidrelétrica de Belo Monte (Rocha; Silva, 2022). Está região do Xingu, que tem um curso de rio estratégico e bem definido passou por grandes modificações com a instalação da UHE, onde uma área de aproximadamente 478 km² foi inundada e uma área de 100 km² na volta grande do Xingu teve sua vazão diminuída, sendo esse o Trecho de Vazão Reduzida – TVR (Figura 22).

Um dos grandes problemas na área de inundação são as emissões de gases de efeito estufa, como o metano, isso é mais frequente em hidrelétricas em florestas tropicais inundadas em processo de apodrecimento, o que ocorreu na área de inundação da UHE de Belo Monte, como diz Fearnside (2016) sobre as emissões de gases poluentes em florestas tropicais afirmando que as barragens tropicais emitem também o gás metano (CH₄) que contribui para o avanço do aquecimento global.

Fearnside (2019) discute que a inundação de terras por reservatórios elimina os ecossistemas ripários e desloca as populações humanas, no qual áreas protegidas são frequentemente afetadas, como aconteceu com a construção da UHE de Belo Monte que causou o deslocamento de diversas famílias e a inundação de grandes áreas, porém, com destaque para a área do TVR, na Volta grande do Xingu. A Figura 22, apresenta a área que teve o nível de vazão drasticamente reduzido, trazendo grandes problemas para áreas populações que ali vivem.

Fearnside (2019) reforça que o chamado trecho seco desvia 80% da água por meio de canais, em um trecho de aproximadamente 100 km a jusante. Isso é considerado um problema grave, já que nesse trecho há duas terras indígenas que têm suas culturas de sobrevivência baseadas no rio Xingu, sendo que, com essa seca permanente, as terras indígenas Paquiçamba e Arara da Volta Grande do Xingu forçadamente mudam sua dinâmica de sobrevivência.

Além dos problemas sociais causados na área, a UHE de Belo Monte causou o bloqueio da migração dos peixes na volta grande do Xingu com o barramento e a criação do canal de derivação que vai do barramento Pimental até o Barramento Belo Monte, como discutido por Fitzgerald, et al (2020), exemplificando sobre as condições de redução do habitat aquático, e aumento

da temperatura da água, que conseqüentemente reduz o nível de oxigênio produzido. Isso pode ter acarretado a extinção de paisagens e criação de outras, o que está totalmente ligado com a falta de pescado para as terras indígenas que estão na área do TVR.

4.2. Terras Indígenas e suas Vulnerabilidades: O Caso da Terra Indígena Paquiçamba da Volta Grande do Xingu

As terras indígenas da Amazônia legal são consideradas como áreas de preservação, consoante o seu uso sustentável feito pelos povos originários. Manter e ampliar essas áreas se faz cada vez mais necessário levando em consideração que grandes áreas de florestas são desmatadas todos os anos. Nos últimos anos muito tem se debatido sobre demarcação de terras indígenas, apesar da estagnação dos últimos anos.

Os conflitos por terra são um dos maiores causadores de mortes de indígenas na região amazônica, isso se dá devido ao impasse de demarcação das TIs, no qual muitas etnias lutam pela demarcação de suas terras (Paz, 2006). “Uma análise mais detalhada de 2020 ainda mostra que boa parte do que acontece nas TIs não tem ligação com o modo de vida das populações originárias, e sim com invasões e o uso indevido de seus territórios por terceiros” (Fellows, et al. 2021. Pág. 5). Isso acontece também com a invasão dessas áreas para a criação de garimpos ilegais, e derrubadas de áreas de mata que degradam e contaminam os cursos dos rios ali presentes (Loureira; Pinto, 2005).

Filho e Souza (2009) discutem sobre demarcação de terras indígenas e as problemáticas enfrentadas, que geram preocupações nas suas reivindicações, dado o histórico indígena que é de lutas pela terra e sua preservação.

Silveira (2015) reforça o exposto afirmando sobre a existência dos povos originários vivendo livremente pela América do Sul antes da chegada dos colonizadores, assim, cada grupo com suas culturas, línguas, moral, costumes e modo de vida distintos, no qual os limites territoriais formais não existiam antes de 1500, onde os indígenas traçavam limites baseados em elementos da natureza como rios e cachoeiras, alimento e subsistência do grupo.

Ressalta-se dizer que “Até onde se sabe, os índios daquela época possuíam um direito oral, sem qualquer forma escrita, que obedecia estritamente às tradições passadas por seus ancestrais e normas de convívio instituídas pelos grupos” (Silveira, 2015, pág. 10). Hoje em dia as diversas etnias vivem em constante conflito, muitas por suas demarcações por terra, outros por conflitos por água. O que, para Silva (2018), se arrasta por muitos anos, já que a condição dos povos indígenas foi historicamente negligenciada ou desprezada, sendo tratada com preconceito e violência.

Ribeiro, et al (2016) faz uma análise sobre as violações dos direitos indígenas sofridos ao longo de vários anos, e reconhece como uma das atividades que alteram os ambientes naturais, provocadas pelas ações antrópicas, são as principais causas da instabilidade dos povos indígenas.

Um exemplo emblemático destes impactos foi o que ocorreu na área conhecida como Volta Grande do Xingu, onde esta foi afetada pela construção da UHE Belo Monte, que construiu um canal dentro do limite municipal de Vitória do Xingu, desviando a água da Volta Grande do Xingu - VGX para a caixa de força geradora de energia, fazendo com que o ciclo natural fosse alterado.

Nesta área impactada pela construção da UHBM vivem diversas populações tradicionais, sendo estes diretamente afetados com as mudanças ambientais provocadas pelo empreendimento. Vieira, et al, (2009) diz que toda a população indígena desta região é herdeira do processo de colonização da Amazônia, com enfoque na economia seringalista, quando as famílias indígenas, dispersas pelos beiradões e ilhas do rio Xingu, e especificamente da Volta Grande do Xingu foram inseridas como mão-de-obra barata na coleta do látex da seringueira.

Agora com a chegada da Usina Hidrelétrica de Belo Monte os problemas dos povos da Volta Grande do Xingu – VGX acabam aumentando drasticamente devido as grandes mudanças no curso do rio, fazendo com que haja rompimento nas tradições e modos de vida dos Juruna (Yudjá), como discute Pezzuti (2019);

Em análise técnica do Ibama sobre o EIA4, de 2009, os analistas do órgão deixam registrado que os pressupostos e conclusões que levaram à definição do hidrograma “de consenso” são insustentáveis, e ele não deve ser considerado uma medida adequada de mitigação, dado que coloca espécies da fauna e flora seriamente em risco de

extinção, assim como ameaça a permanência de povos indígenas e ribeirinhos na região (Pezzuti, 2018, pág. 18).

As intensas áreas alagáveis da volta grande do Xingu diminuíram com a criação do canal do barramento Pimental até a barragem de belo monte (Figura 22), isso fez com que vastas áreas da volta grande do Xingu secassem, deixando grandes áreas afetadas. O impacto de sobrepesca no chamado trecho de vazão reduzida (TVR) é previsto no EIA e reflete sérias consequências para o estoque pesqueiro (Pezzuti, et al, 2018. Pág. 32). O autor reforça que houve redução no rendimento em 2017 em comparação com anos anteriores, de acordo com as medições, o que traz como consequência o possível fechamento da pesca comercial em todo o chamado TVR.

A biodiversidade aquática da volta grande do Xingu e a produtividade pesqueira se devem principalmente pela dinâmica anual de inundação que promovem diversos alagamentos, enriquecendo a atividade pesqueira dos povos que ali vivem. Essa atividade hoje vem sendo reduzida devido ao interrompimento do ciclo da água após a construção da barragem da UHE de Belo Monte.

Seria necessário um volume de água maior do que o sugerido pelo hidrograma de consenso proposto pela UHE de Belo e pela Agência Nacional de Águas (ANA) para a manutenção da produtividade e o funcionamento do sistema natural do rio. Isso fez com que houvesse rupturas da água com as planícies inundáveis de diversas áreas, que consequentemente trouxeram grandes impactos nas comunidades da VGX.

A biota, o modo de vida dos povos e todo um ciclo de vida foi ameaçado, algumas espécies estão sobre ameaça de extinção devido à redução da vazão proposta no hidrograma de consenso proposto pela Norte Energia, Concessionária da UHE de Belo Monte, como afirmam Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (2018) e Zuanon, et al (2021)

Além disso, os indígenas tendem a procurar outras atividades para sua sobrevivência, uma das possíveis atividades que podem estar sendo implantada dentro dos limites dessas terras é a cultura do cacau, que demanda grandes áreas para serem plantadas, logo, áreas de mata tendem a ser derrubadas para a expansão dessa e de outras plantações.

CAPÍTULO 5: DINÂMICA DE USOS DA TERRA E DA ÁGUA DA TERRA INDÍGENA PAQUIÇAMBA

A dinâmica dos tipos de usos da terra e da água mudam de acordo com cada tipo de cultura trabalhada na localidade/Comunidade. As terras indígenas são um exemplo de áreas de preservação ambiental, tanto para os direitos dos indígenas quanto para a conservação das florestas, tendo uma enorme contribuição no enfrentamento ao avanço do desmatamento, principalmente na região do bioma Amazônia, que sofre com o avanço desacerbado da degradação de seu ambiente (Filho, Souza, 2009).

Outro ponto importante a ser discutido é o das modificações das águas. Para a região amazônica as tendências de mudanças relacionadas aos recursos hídricos se tornam mais presentes, por ter uma configuração favorável do terreno, com grandes corredeiras de águas, o que remete a facilidade de uso desse recurso para a exploração energética.

A região do Xingu é um exemplo de área que adotou o discurso capitalista de aceitar a exploração de grandes áreas, utilizando o termo “favorável” para justificar a exploração energética, no entanto, problemas foram criados com a chegada hidrelétrica de Belo Monte, onde outras configurações no modo de vida dos indígenas e ribeirinhos foram feitas de forma forçada, principalmente para as comunidades que se encontram nas áreas de impacto direto como no trecho de vazão reduzida e nas áreas que foram inundadas, como já era previsto por pesquisadores, entre eles Filho e Souza (2009).

Baines (2004) faz observações interessantes sobre os povos indígenas dizendo que esses povos estão inseridos em relações sociais desiguais, e que merecem uma atenção especial por parte de antropólogos por serem povos vulneráveis frente a pressões econômicas e políticas de grandes empresas que influenciam as decisões de governos de Estados nacionais, em situações de contato inter-étnico altamente politizadas.

Filho, e Souza (2009) fazem uma abordagem sobre a constituição e dizem que quaisquer empreendimentos que afetem TIs precisam de autorização do Congresso Nacional, consulta prévia aos povos atingidos, estudos de inventário e impactos socioambientais adequados e uma lei específica que regulamente o assunto. Ainda reforça dizendo que mesmo essa legislação não existindo, o

projeto responsável por autorizar a implantação da UHE Belo Monte–PA, no Rio Xingu, foi aprovado pelos parlamentares no ano de 2005, mesmo não seguindo os parâmetros de consulta às comunidades interessadas.

O resultado da construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte para a terra indígena Paquiçamba é nitidamente clara, no que tange as transformações do ambiente, do meio social, paisagem e funcionamento da localidade, o que nos permite entender como grandes projetos podem transformar de forma intensa uma comunidade e seu modo de vida, ao tentar adaptar-se a uma nova realidade em detrimento ao funcionamento cíclico de mudanças.

5.1. Histórico dos Indígenas Juruna (Yudjá) e Sua Chegada na Região do Xingu

O município de Altamira–PA abriga diversas etnias em seu território, tornando-se uma região notável no ponto de vista antropológico, onde abriga povos indígenas há mais de 200 anos, bem como a região da Volta Grande do Xingu - VGX onde vive o povo Juruna (Yudjá) contactado pela primeira vez por expedições religiosas que se deslocavam rio acima e que vieram parar na região do Xingu nos Séculos XVII e XVIII (Magalhães, Magalhães, 2013).

Segundo Vieira, et al (2009), as primeiras notícias quanto à localização desses indígenas datam de 1625, próximos à foz do rio Xingu, fato registrado por Bento Maciel Parente. Há menção de que os Juruna viviam acima da Volta Grande do Xingu, onde os jesuítas haviam estabelecido a missão chamada Tavaquára ou Tauaquéra.

Vieira, et al (2009) discorre sobre o processo colonização da Amazônia, dizendo que toda população indígena desta região é herdeira do processo da economia seringueira, sendo as famílias de indígenas e ribeirinhos inseridas como mão-de-obra barata na coleta do látex da seringueira. Logo, o histórico de lutas dos indígenas vem sendo contado há muitos anos, mostrando que o povo juruna vem sendo explorado de diversas maneiras por décadas.

Os modos de exploração dos indígenas somente mudam de forma, como condiz o passado onde:

A exploração era a seringa, depois a castanha, a estrada, depois a madeira... a primeira roupa, a primeira espingarda... Agora, a água, energia, mineração... o “fetiche das mercadorias”. (Magalhães, Magalhães. 2013. Pág. 42).

Uma das lutas dos Jurunas é a de demarcação de sua terra, o que já vem sendo abdicado por muitos anos, porém não há previsão de demarcação, apesar de já haver uma área dedicada aos indígenas da Paquiçamba. O que é importante, tendo em vista que mais aldeias vêm sendo criadas com o passar dos anos no limite da TI Paquiçamba, como descrito por Magalhães, Magalhães (2013), que ouve o acréscimo de uma aldeia na TI Paquiçamba, denominada Muratu, agora sendo 3, contando com as aldeias Paquiçamba e Boa Vista.

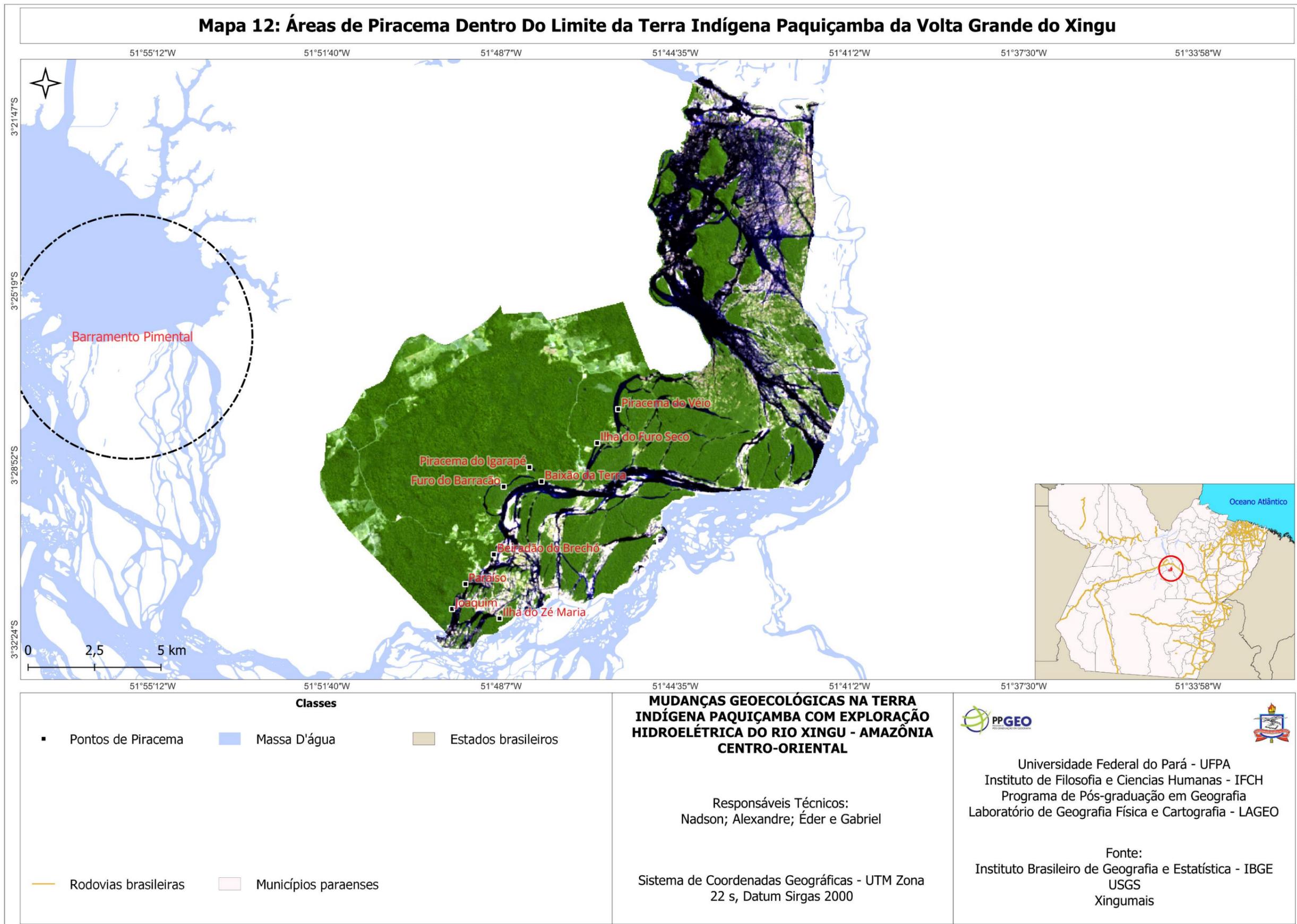
5.2. Tipos de Uso da Terra e da Água da TI Paquiçambano Período Pré-Belo Monte

A TI Paquiçamba é um lugar rico em biodiversidade, sua fauna e flora fazem parte da vida dos indígenas Juruna (Yudjá) que tem o histórico de cuidador da floresta, rios e a vida que ali se encontra. “O povo Juruna (Yudjá), que habita a TI Paquiçamba, é um povo canoeiro e que possui uma diversidade de atividades produtivas, como o extrativismo vegetal de produtos não madeireiros, caça e pesca, sendo considerado povo coletor, pescador, caçador e agricultor” (Zuanon, et al, 2021. Pág. 5).

Para Adams, et al. (2017) há várias maneiras de se executar a pesca das distintas espécies que existem no rio Xingu, nos seus diversos tipos de ambientes como remansos, praias, corredeiras/pedrais, igarapés e lagos, em diversas áreas/pontos de piracema ⁴(Figura 23).

⁴ A chamada “piracema” é definida como o período de reprodução dos peixes, no rio Xingu, os peixes sobem as corredeiras em busca de locais para realizarem suas desovas.

Figura 23: Mapa das Áreas de Piracema dentro do Limite da Terra Indígena Paquiçamba da Volta Grande do Xingu.



Fonte: Autores (2023)

A VGX contém um mosaico de ambientes fluviais que abrigam diversas espécies de peixes, o que faz com que esse ambiente seja um dos mais usados pelos indígenas da TI Paquiçamba. O uso dessas áreas permite que os indígenas forneçam o mercado altamirense, como forma de subsistência, fazendo a venda dos peixes para alimentação da população e também a venda de peixes ornamentais.

Há também a pesca dos tracajás⁵, que compõem a variedade de alimentos que estão na dieta dos Juruna, as atividades de capturas de tracajás se estendem do mês de julho e chegam até o mês de outubro quando finaliza o período de produção das frutas.

Outro tipo de uso recorrente nas áreas de igapós e matas da TI Paquiçamba são as caças, o que para Ferreira, Nascimento e Velasco, (2018) é uma atividade fundamental para os indígenas, que fazem o uso dessas áreas de caça no período de inverno, quando há a baixa na pesca, logo, é o período em que as frutas das árvores começam a cair, engordando as caças.

Sartorelli, et al., (2018) destacam que a região da VGX é uma região singular que tem uma dinâmica de funcionamento desses ambientes conforme o ritmo das águas mudam, onde no período mais seco do ano a paisagem coloca a mostra as corredeiras, pedrais e praias, que acabam ficando submersas nos períodos de cheias, dando lugar apenas às ilhas fluviais, deixando a amostras áreas de igapós.

A agricultura é de suma importância para o sistema de produção de alimentos dos indígenas juruna, “que cultivam cerca de 79 espécies de plantas com um número muito maior de etnovariedades, sendo o milho, mandioca, banana, abóbora e melancia os cultivos mais importantes” (Ferreira; Nascimento; Velasco, 2018. Pág. 49). Ferreira; Nascimento; Velasco, (2018) reforçam que há um processo de escolha para a criação dessas roças como:

⁵ Tracajá é uma espécie de cagado, que ocorre principalmente no norte do país, na região do Xingu é utilizado na dieta de indígenas e ribeirinhos. Essas espécies medem em torno de 45 cm e podem chegar até a 8 kg.

escolha da área, brocagem⁶, derrubada, queimada, coivara⁷, plantio, limpeza, colheita e desmanche – ou uma reutilização da mesma área para abrir outra roça, reiniciando o ciclo.

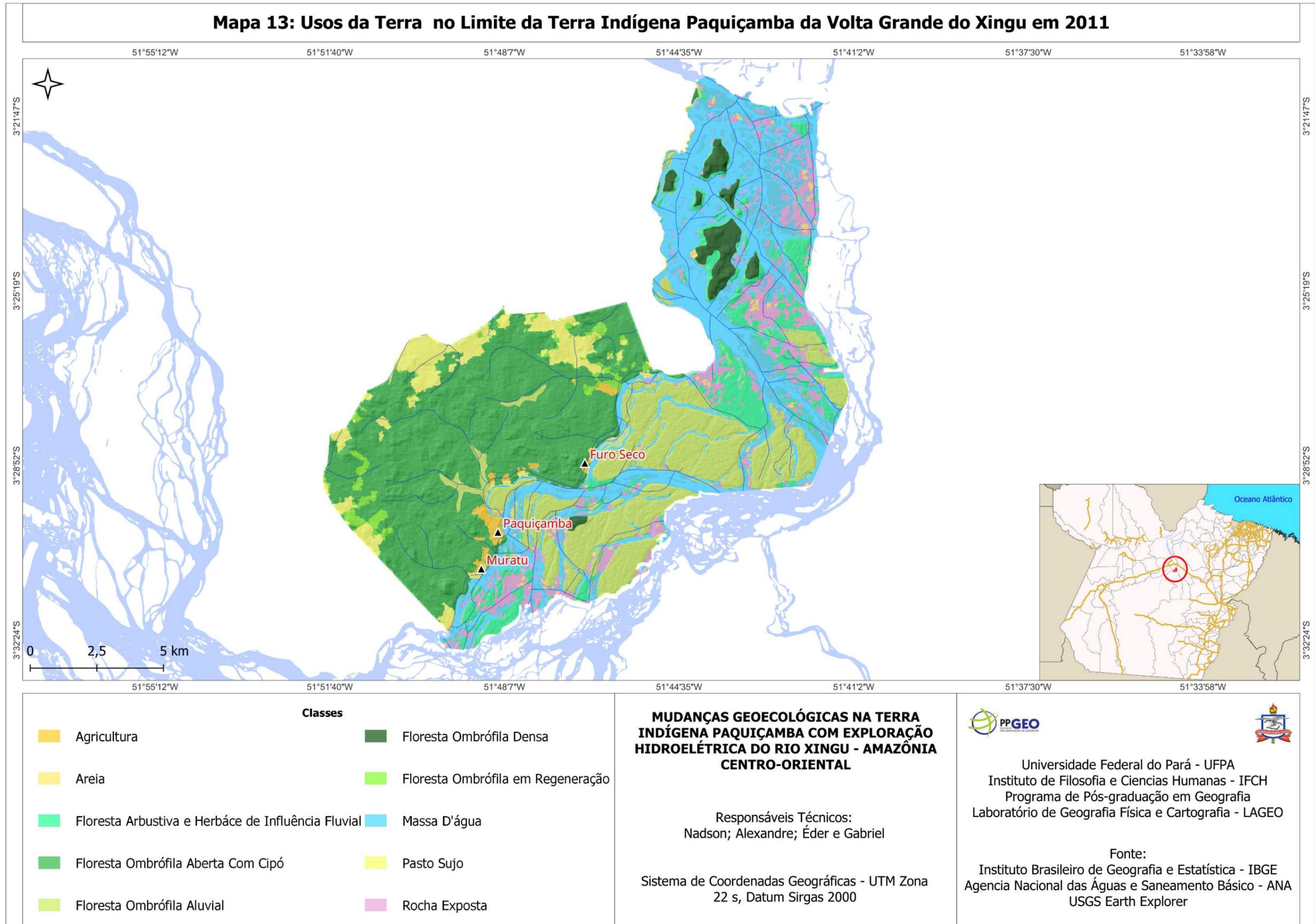
Ao Norte da TI Paquiçamba, na área declarada aos indígenas Juruna, há uma grande porção de terras que servem como áreas de pasto, o que degrada maior parte dessas áreas, comparadas ao uso da terra para agricultura, que está dentro do limite da área regularizada (Figura 24).

O extrativismo faz parte das atividades diárias dos indígenas, complementando suas rendas com a produção de matéria-prima para ser feita a confecção de artefatos, casas e canoas. “Os principais recursos vegetais não madeireiros coletados são castanha-do-pará, açaí, bacaba, cupuaçu, babaçu, golosa, oxi e cipó titica” (Ferreira; Nascimento; Velasco, 2018. Pág. 49).

⁶ A brocagem de roça se trata da roçagem de toda a vegetação de mata alta para a criação de roçados, principalmente das áreas que foram deixadas em descanso, o que resultou no crescimento de mata fina, derrubada para ser queimada após seca.

⁷ A coivara se trata da prática de juntar os restos de troncos e galhos de árvores que não queimaram totalmente, após a queimada de um roçado, esses pedaços de troncos e sujeiras maiores são amontoados em um lugar da roça para ser feita outra queimada, assim eliminando o máximo de sujeira que restou.

Figura 24: Mapa dos Tipos de Uso da Terra no Limite da Terra Indígena Paquiçamba da Volta Grande do Xingu em 2011.



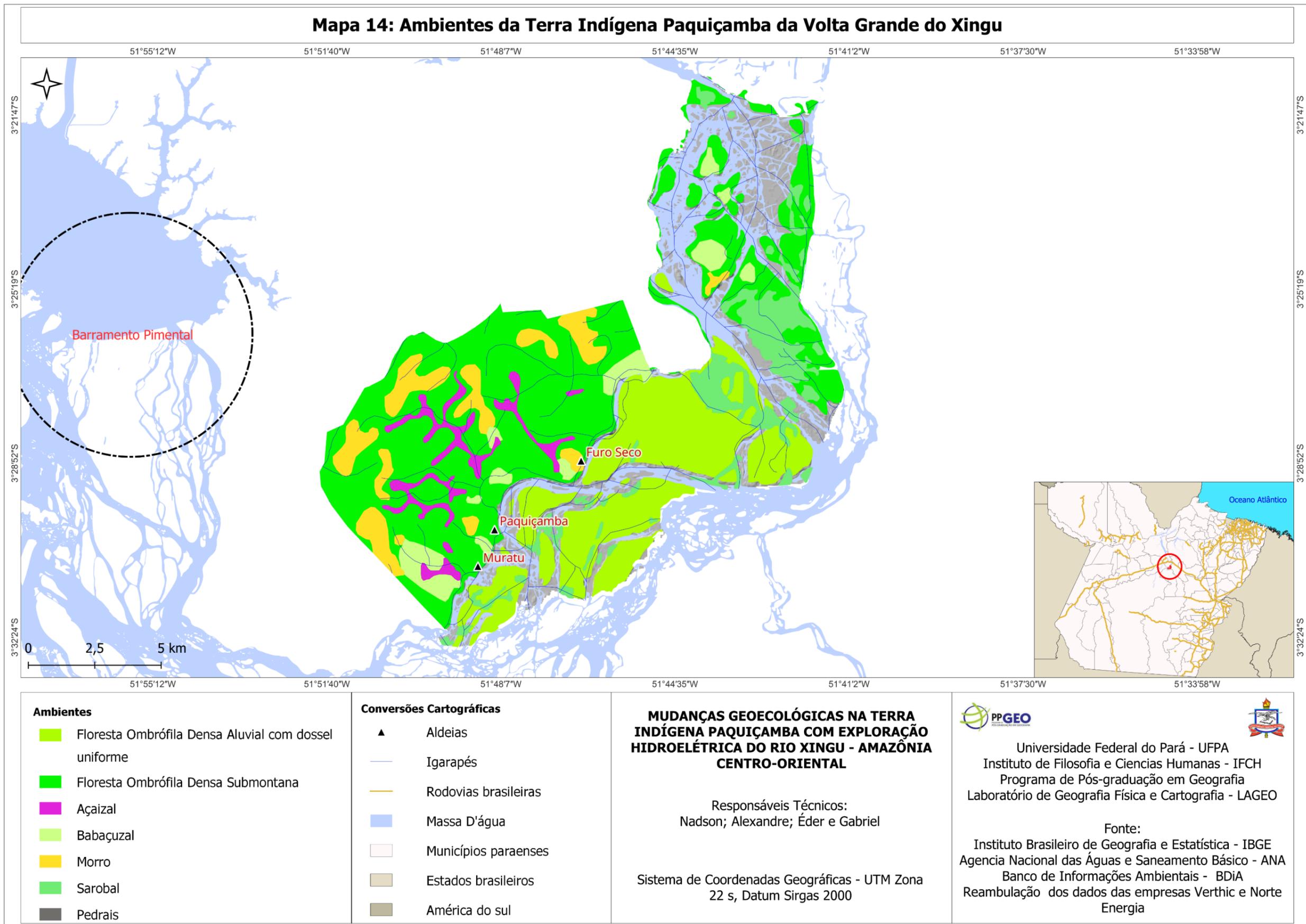
Fonte: Autores (2023)

A extração de castanha do Pará é uma das maiores da VGX, na terra indígena Paquiçamba, levando em consideração que a TI Paquiçamba concentra a maioria das castanheiras. Todas essas atividades se contemplam, fazendo com que, durante o ano, haja um ciclo de fartas atividades que tornam a subsistência dos indígenas possível.

O Mapa 13 mostra a distribuição dos tipos de uso da terra e cobertura vegetal para o ano de 2011, antes da implementação da hidrelétrica de Belo Monte, o que, de acordo com (PEZZUTI, et, al. 2018), (Zuanon, et al, 2021), (Fearnside, 2019) entre outros pesquisadores traria grandes problemas para as comunidades indígenas e ribeirinhas da VGX.

É de se saber que dentro do limite da TI Paquiçamba há diversos tipos de uso para as áreas de vegetação, além da caça, pesca e agricultura. Como mostrado na Figura 25.

Figura 25: Mapa dos Tipos de Ambientes da Terra Indígena Paquiçamba da Volta Grande do Xingu.



Fonte: Autores (2023)

Vieira, et al, (2009) descreve de forma mais específica os tipos de ambientes presentes para a Volta Grande do Xingu - VGX, da seguinte forma:

Açaizal: Áreas com concentração de açaí de touceira nos baixões e grotas, principalmente no centro da mata. Além de se coletar o açaí, é um local bom para caçar devido à maior concentração de animais que vão se alimentar dos seus frutos de açaí, como queixada, caititu, anta, veado, paca, tatu, cutia, jacu, mutum, tucano, etc. O melhor período para caçar é no verão porque os animais vão em busca de água. De acordo com Vieira et al. (2009), pode corresponder à Floresta Ombrófila Densa Aluvial ou à Floresta Ombrófila Aberta com Palmeiras;

Bacabal: Área com concentração de bacaba nos morros tanto da terra firme como das ilhas. Local onde coletam bacaba e caçam jacu, mutum, veado, caititu, etc. De acordo com Vieira et al. (2009), corresponde à Floresta Ombrófila Aberta com Palmeiras;

Baixão ou Grota: Existem dois tipos de baixão: o baixão da beira e das ilhas, que vira igapó no inverno; e o baixão do centro da mata, que é chamado de baixão ou grota durante todo o ano. No baixão da beira, durante o verão, realizam caçadas de curso e de espera nas árvores frutíferas. Quando vira igapó, usam o baixão para pescar. O baixão do centro da mata, onde ocorre o açaizal, é usado para caçar animais em busca de água e comida. De acordo com Vieira et al. (2009), corresponde à Floresta Ombrófila Densa Aluvial, mas também pode ocorrer em meio às florestas ombrófilas Densa Submontana e Aberta com cipós e palmeiras;

Beiradão: Vegetação florestal, geralmente densa e com cipós, onde a floresta se debruça sobre o rio. Tem muita fruta na beira, como figo, goiaba e bananinha, sendo um bom ambiente para a pesca. Quando não há frutas disponíveis, a pesca é feita com o uso do caniço. São lugares bons para pescar tucunaré e curimatá. À noite é bom para caçar paca e tatu, usando lanterna. Nas ilhas, esses ambientes são chamadas de beiradão de ilha. De acordo com Vieira et al. (2009), corresponde a uma forma da Floresta Ombrófila Densa Aluvial;

Capoeira ou juquira: Área cuja floresta primária foi desmatada para atividades agrícolas, e está em processo de regeneração natural. De acordo com Vieira et al. (2009), corresponde à Floresta Ombrófila Secundária. Juquira é a vegetação em estágio inicial de regeneração natural após 4 a 5 anos de

abandono. Após 5 anos, ela é classificada como capoeira e, conforme se desenvolve, passa a ser conhecida como capoeira alta. Pode apresentar espécies remanescentes da roça e também árvores frutíferas plantadas. Usam para fazer roça e caçar paca, cutia e tatu. Os animais são atraídos pela presença das árvores frutíferas;

Castanhal: De acordo com Vieira et al. (2009), corresponde à Floresta Ombrófila Densa. Área com concentração de castanha-dopará, ocorrendo quase sempre no meio da região de mata limpa. Locais onde ficam os caminhos da mata usados pelos indígenas para coletar castanha e caçar;

Cocal: Cocal ou palhal são ambientes com concentração de babaçu nos morros e nas capoeiras. Utilizam para a coleta do coco para comer ou para retirar óleo. Utilizam a palha para a construção de casas e palhoças. No ambiente, ocorre muita queixada, caititu e paca, que vão roer o coco do babaçu principalmente no verão. De acordo com Vieira et al. (2009), corresponde à Floresta Ombrófila Aberta com Palmeiras;

Golosal: Trecho de floresta de igapó e baixões com alta concentração de golosa, uma árvore frutífera da família das sapotáceas. Quando a fruta da golosa cai no seco, no começo do inverno, é bom para caçar anta, paca e macaco. A fruta é coletada para consumo e é utilizada como isca para colocar na tiradeira. Quando a fruta começa a cair na água, atrai muitos peixes, sendo um bom ambiente para pescar com malhadeira. De acordo com Vieira et al. (2009), corresponde à Floresta Ombrófila Densa Aluvial;

Igapó: Floresta de igapó, mata limpa alagável, localizada na beira da terra e no interior das ilhas, quando inundadas. No verão, quando o nível da água desce, é chamada pelos indígenas de baixão. Ambiente propício para pescar com tiradeira, caniço e colocar malhadeira nos pés de seringa e golosa, ou usar linha corrida para pegar tucunaré;

Ilha: Porção de terra com mata mais alta, sendo rodeada de água no verão. No inverno, algumas ilhas podem ter o solo totalmente coberto pela água, ficando acima da superfície apenas a vegetação mais alta. As ilhas altas com serra são usadas para caçar e as baixas, que inundam, são usadas no inverno para pescar. As ilhas altas são boas para caçar paca, veado, caititu, tatu e mutum. Nas ilhas baixas, no verão, há muitas frutas, como sapucaia,

sapucainha, abiu, golosa e seringa, usadas para a caça de espera, enquanto ainda não foram inundadas;

Mata Alta ou Limpa: Nome dado à vegetação florestal não associada a rios ou cursos d'água. Mata alta com sub-bosque limpo formado por árvores mais altas e que nunca inunda. Floresta que ocupa as porções mais altas do relevo e mais longe dos cursos d'água. Locais onde realizam caçadas de curso sem cachorro. É utilizada para caça principalmente no inverno. De acordo com Vieira et al. (2009) corresponde à Floresta Ombrófila Densa Submontana;

Mata Cerrada ou Cipoal: Ambiente em que ficam as tocas e dormidas da maior parte dos animais, e onde são realizadas as caçadas de curso com cachorro. Antigamente era uma área muito usada a caça de jabuti;

Restinga: Áreas mais elevadas das ilhas altas, que não são inundadas no inverno ou demoram mais tempo para serem cobertas pelas águas e onde muitos animais se refugiam. Local bom para caçar paca, tatu, cutia, veado e até caititu, que ficam ilhados com a subida do nível das águas do Xingu. É o ambiente onde ocorrem as famosas caçadas de restinga, evento lúdico e coletivo muito apreciado pelos indígenas;

Roça: Local onde a vegetação foi derrubada para a formação de área de produção agrícola, na roça geralmente planta-se milho, mandioca, arroz e cacau. Por vezes, a roça é usada como local de caça, pois atrai animais como veado, porcão e outros;

Saroba: Vegetação de árvores baixas e arbustos com muitas fruteiras (como o sarão) localizada nas ilhas e que sempre inunda no inverno. De acordo com Vieira et al. (2009), corresponde a uma das formas da Floresta Ombrófila Densa Aluvial. No inverno, usam para pescar e no verão, para tirar ovos de tracajá nas suas partes arenosas.

5.3. A Chegada de Belo Monte e as Mudanças Cotidianas na Vida dos Juruna

A dinâmica de funcionamento da TI Paquiçamba está relacionada com o rio Xingu, e como já foi exposto no tópico anterior, há um ciclo de atividades que começa e termina de acordo com certos períodos, e um deles é o período de cheias e enchentes do rio. Com a chegada da hidrelétrica de Belo Monte a

dinâmica de funcionamento dessa área foi afetada, como reforça Zuanon, et al, (2021) ao dizer que a redução da água a partir do hidrograma de consenso trará uma série de impactos que inviabilizam a vida na VGX.

Os tipos de uso da terra e da água da TI Paquiçamba também sofre alterações com a chegada da usina hidrelétrica de Belo Monte, assim como a vida dos indígenas que é alterada. O povo juruna vive da água e defende o funcionamento natural desta, sendo “suas águas e fluxos como sujeitos de direito cuja existência implica a existência desses próprios coletivos. A vida do povo Juruna e das comunidades ribeirinhas da Volta Grande depende da vida do rio Xingu que, por sua vez, depende da vida desses coletivos” (Sawakuchi, et al, 2023, pág. 2).

Em uma matéria de Verena Glass, Xingu Vivo, (Site Repórter Brasil) Bel Juruna, uma das lideranças da aldeia juruna muratu, fala sobre seu dia carregado de agendas de reuniões e encontros obrigatórios, ela reforça dizendo:

"Antigamente a gente tinha vida. Hoje temos agenda". A matéria reforça a fala dizendo que “Tudo – a agenda, a casa, a televisão, e mesmo o artesanato – faz parte do que hoje substituiu o "antigamente" na vida dos indígenas afetados e parcialmente compensados com um choque de modernidade pelas obras da grande hidrelétrica no rio Xingu.

A referência mítica da existência compartilhada do povo Juruna (Yudjá) com o rio Xingu, especialmente na região da Volta Grande e das cachoeiras do Jericoá, é também a experiência histórica desse povo com o território. (Pezzuti, et, al. 2018. Pág. 11). Logo, essa experiência histórica vem sendo interrompida, como destacado por Zuanon, jansen et al (2021) que fala sobre “o rio que virou maré”, efeito que a belo monte causou na VGX, já que o fechamento e regulamento da vazão é incerto, o que tem gerado problemas, principalmente para os peixes em tempo de desova.

Já ocorrem denúncias da parte dos indígenas que “passaram a denunciar o fim das piracemas na região, ou seja, a não ocorrência de eventos de desova de nos locais historicamente utilizados pelos peixes naquela área” (Sawakuchi, et al, 2023, pág. 4). Além dessas problemáticas, os indígenas estão tendo que readaptar seu modo de vida, tornando suas principais atividades as criações de roçados.

No Site Repórter Brasil há um importante relato mostrando essa realidade, que diz assim:

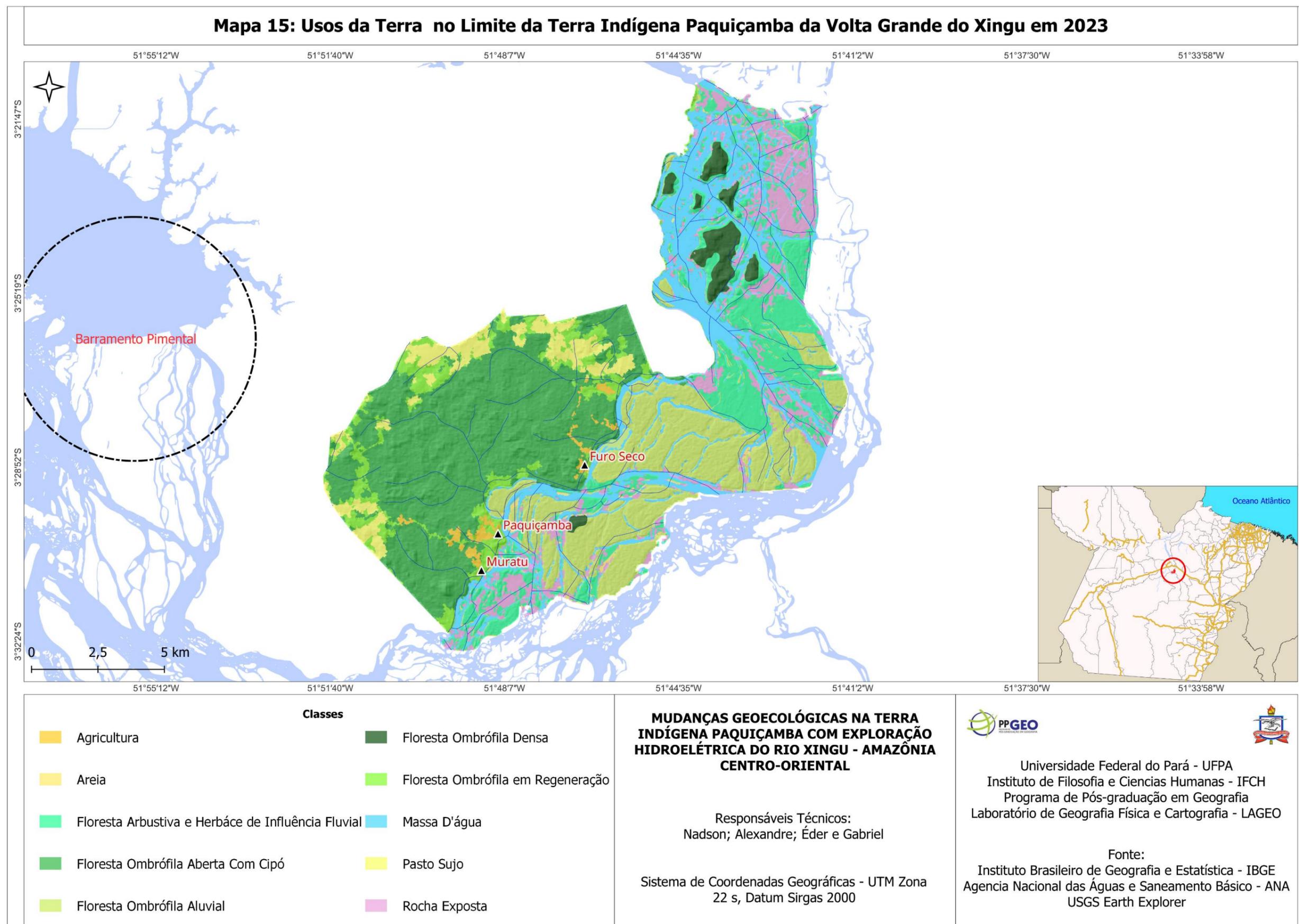
Era assim: meu avô, meu pai, a gente vivia no rio o dia todo, pescando o acari (pequeno peixe ornamental endêmico do Xingu). Agora não tem mais nada disso. Não tem mais peixe. A gente saía por dias, de barco, acampava nas ilhas, mergulhava, era uma alegria. Os comerciantes vinham aqui buscar os acaris, 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.

5.3.1. Tipos de Uso da Terra e da Água da TI Paquiçamba no Período Pós-Belo Monte

A partir da implementação da UHEBM mudanças foram feitas na dinâmica de funcionamento dos usos dos ambientes da TI Paquiçamba. Atividades principais acabaram se tornando secundárias, por estarem relacionadas ao rio Xingu, logo, atividades relacionadas a plantações de alimentos e cultivo de roças se tornaram as principais atividades dos Juruna da VGX.

A figura 26 mostra a distribuição dos tipos de uso da terra e cobertura vegetal da TI Paquiçamba para o ano de 2023, onde, visivelmente, as áreas de florestas predominam, porém, mudanças no cotidiano dos indígenas vem mudando, com isso, áreas de agriculturas vem crescendo com o passar dos anos. O que vem crescendo bastante também são as áreas de pasto sujo, na área declarada aos Juruna da VGX.

Figura 26: Mapa dos Tipos de Usos da Terra no Limite da Terra Indígena Paquiçamba da Volta Grande do Xingu em 2023.



Fonte: Autores (2023)

Os pastos sujos são áreas abertas por fazendeiros que vivem no entorno da TI Paquiçamba, na área declarada. De acordo com Centro de Estudos em Sustentabilidade da Fundação Getúlio Vargas (2015) a TI Paquiçamba foi contemplada com o plano emergencial de proteção às terras indígenas do médio Xingu (PEPTI), com revisão de seus limites declarada em 2015, com áreas de benfeitorias por ocupantes não indígenas, ou seja, a área declarada aos indígenas juruna já contém boa parte desmatada, o que piora a cada ano que passa.

Já as áreas de floresta ombrófila aluvial, praias, rocha exposta, são as áreas onde os indígenas mais se identificam, por estarem relacionadas com o rio. Para o ano de 2023 (Figura 26) a classe de rocha exposta teve um aumento significativo, em decorrência da diminuição da água, logo, a pesca e a caça são alteradas de forma intensa, o que justifica o aumento das áreas de agricultura ao redor das aldeias da TI Paquiçamba.

A relação dos indígenas com o rio faz com que as áreas de floresta ombrófila aluvial, pedrais, areias e floresta ombrófila densa sejam as mais utilizadas, sendo para caçar, capturar tracajás, pescar ou para o lazer, são parte da sua cultura com a chegada da UHEBM houve diversas alterações na dinâmica de uso desses locais.

Desde 2015 a UHEBM está em operação, e desde então a VGX deixou de funcionar como antes, tendo o seu fluxo de água diminuído, com o hidrograma de consenso. Os indígenas junto a diversos pesquisadores fazem o monitoramento independente com a intenção de mostrar os impactos verdadeiros que estão ocorrendo na VGX, tendo em vista que “existe também uma forte relação entre a produtividade das pescarias e o pulso de inundação das florestas aluviais. Os maiores rendimentos das pescarias ocorreram sempre no início da enchente e da vazante do rio” (Pezzuti, et, al. 2018. Pág. 40).

5.4. Análise Comparativa das Modificações do Uso da Terra e da Água no Limite da Terra Indígena Paquiçamba

A modificação para a VGX após a instalação da UHEBM foi intensa, os indígenas sentem todos os dias os impactos que os foram causados. Pezzuti

(2018), Sawakuchi (2023), Zuanon, et al, (2021), entre outros pesquisadores, abordam sobre os diversos impactos que o barramento do rio Xingu gerou ao povo Juruna (Yudjá) e dizem que o próprio EIA previu esses impactos, enquanto o hidrograma⁸ A estivesse em vigor.

Diante disso, há a importância de se mostrar os dados demonstrando as mudanças ocorridas dentro do limite da TI Paquiçamba. O Quadro 7 mostra a diferença de cada classe em hectare e porcentagem, deixando mais evidente a proporção dos impactos que foram causados no decorrer desses anos.

Quadro 7: Classes de uso da terra e cobertura vegetal e suas respectivas mudanças do ano de 2011 para o ano de 2023.

Classes	Área 2011 (há)	%	Área 2023 (há)	%
Agricultura	177,719	0,88	193,36	0,96
Areia	152,30	0,75	104,93	0,52
Formação Arbustiva e Herbácea de Influência Fluvial	1520,69	7,57	3020,76	15,04
Floresta Ombrófila Aberta Com Cipó	6383,60	31,78	5849,30	29,12
Floresta Ombrófila Aluvial	3670,34	18,27	3649,84	18,17
Floresta Ombrófila Densa	489,43	2,43	511,18	2,54
Floresta Ombrófila em Regeneração	323,51	1,61	1167,19	5,81
Massa D'água	4911,27	24,45	2854,03	14,21
Pasto Sujo	974,46	4,85	840,73	4,18
Rocha Exposta	1477,80	7,35	1889,80	9,41

Fonte: Autor (2023)

Para a classe de **Agricultura** houve um aumento de área de 8,8% do ano de 2011 para 2023, isso se dá a partir do momento em que os indígenas começam a mudar suas atividades pesqueiras para atividades de roça/plantação de alimentos para se alimentarem devido à diminuição dos pescados e a pesca de peixes magros, o que se tornou inviável para a alimentação dos indígenas.

A classe de **Areia** teve uma significativa diminuição (aproximadamente de 31% no período estudado), o que está relacionado aos períodos de cheia e

⁸ *Hidrograma de Consenso*: É o termo que se refere ao Hidrograma apontado pela EIA, como um consenso atingido entre a ELETROBRÁS (que busca gerar energia) e os interesses ambientais, definidos pelo IBAMA e os demais autores de avaliação crítica ao projeto a ser instalado.

enchente que ocorriam, carregando sedimentos, criando diversas áreas de acúmulo de areia, como praias nas ilhas, após a falta da cheia não há mais o acúmulo de sedimentos em áreas que antes eram inundadas, causando o acúmulo desses sedimentos.

A classe de **Floresta Arbustiva e Herbácea de Influência Fluvial** teve um aumento considerável de sua área que em 2011 era de 1520,69, já em 2023 é de 3020,76 ha (Aumento de 98,64% no período), o que está relacionado com o aumento da classe de **Rochas Expostas**. Com a diminuição da água na VGX, grandes áreas de rocha exposta aumentaram, logo, aumentando a vegetação de Floresta Arbustiva e Herbácea de Influência Fluvial, que é uma vegetação que cresce pouco, por não ter nutrientes suficiente para se desenvolver como uma floresta ombrófila densa.

A classe de **Floresta Ombrófila Aberta Com Cipó** está relacionada às áreas de terra firme, onde os indígenas exercem as funções de agricultores, fazendo suas plantações, “sendo o milho, mandioca, banana, abóbora e melancia os cultivos mais importantes” (Ferreira, Nascimento, & Velasco, 2018. Pág. 49).

Além disso, e diante da intensificação das mudanças e impactos sobre a pesca e a caça, vem aumentando entre os indígenas o interesse pelo cultivo orgânico de outras espécies (como cacau, açaí, pimenta e outras frutíferas), como alternativa de geração de renda (Ferreira, Nascimento, & Velasco, 2018. Pág. 49).

As florestas **Floresta Ombrófila Aluvial e Floresta Ombrófila Densa** foram as que menos sofreram alteração, por serem áreas utilizadas somente para a caça e pesca em períodos de alagamento, o que ajudou na preservação dessas áreas até hoje, mesmo com a chegada da UHEBM mudando a dinâmica de funcionamento dessas áreas.

A **Floresta Ombrófila em Regeneração**, uma das classes que mais mudou (redução de 41,88%), está relacionada as áreas de pastos abandonados, assim como áreas de roças que estão passando por um ciclo de descanso de seu uso. São denominadas assim por ter vegetação em um certo estágio de crescimento, fazendo com que essas áreas sejam derrubadas novamente para a queima dessa vegetação rala, deixando o solo mais produtivo. A classe de **Massa D'água** é a que mais transforma a dinâmica de uso dos ambientes da VGX e TI Paquiçamba. As principais atividades dos indígenas estão voltadas ao

processo de cheias e enchentes, secas e vazante, por estar no conhecimento deles de que aquele determinado período é o de pesca, ou caça, ou de captura de tracajá, ou de plantar.

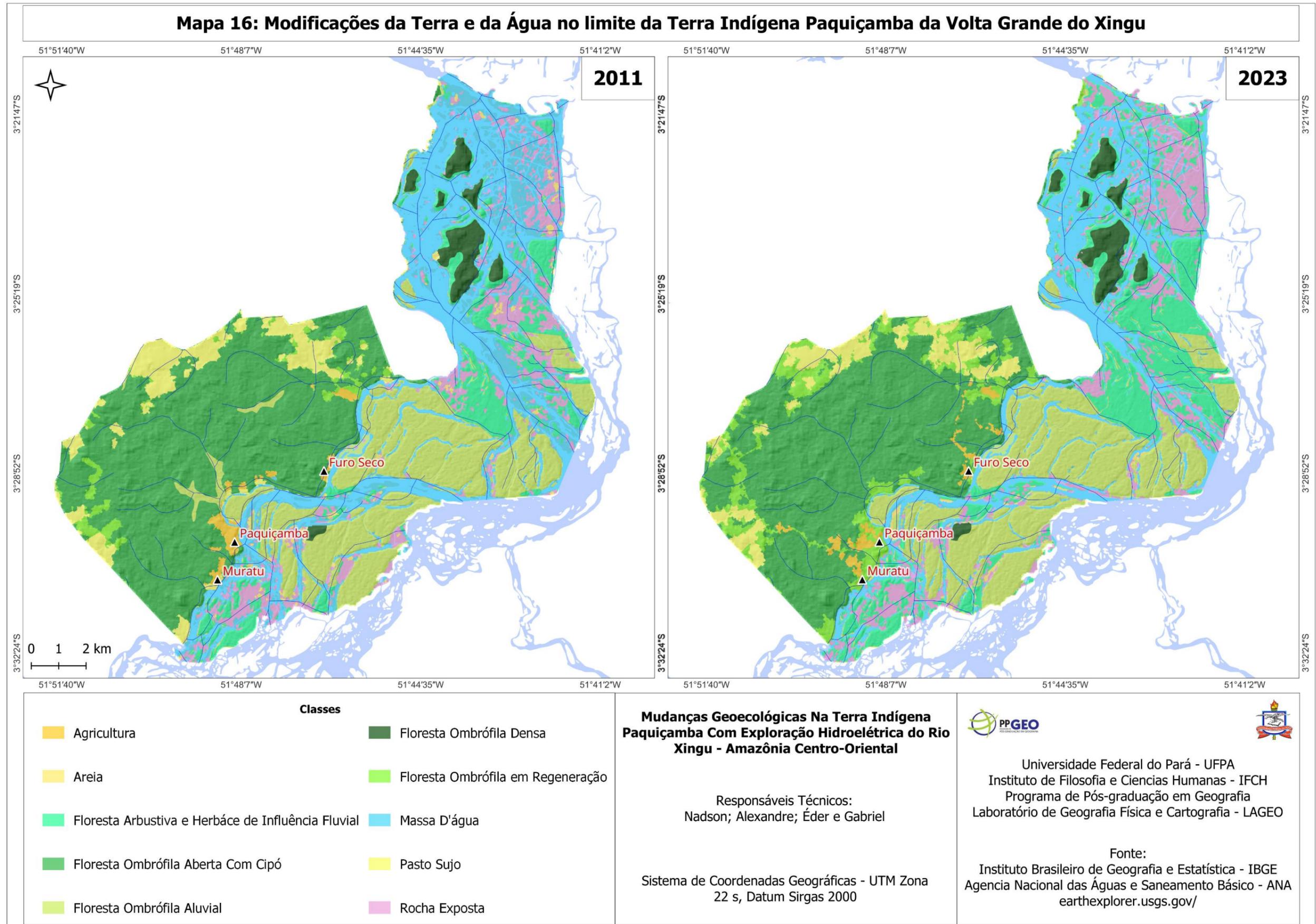
A massa d'água para o limite da TI Paquiçamba passou de uma área de 4911,27 ha em 2011 para uma área de 2854,03 ha em 2023 (Redução de 41,88% no período) (Quadro 7) e (Figura 27). Com essas mudanças de vazão da água para a VGX diversas mudanças no modo de vida dos indígenas ocorreram. Como mostra o relato de Jailson Juruna (Caboko) descrito por Pezzuti, et, al. (2018) que diz o seguinte: nós e os peixes somos parecidos. Precisamos de água para viver. Precisamos de qualidade e quantidade adequada de água para sobrevivermos, assim como os peixes, assim como o pacu.

A classe de **Pasto Sujo** tem um decréscimo, por suas antigas áreas estarem classificadas como **Floresta Ombrófila em Regeneração**, logo, as áreas recentes de pastagem são recentemente abertas, se tornando um processo contínuo de mudanças, logo, se não ocorrer a entrega da área declarada para os indígenas com o passar dos anos essa área será formada somente por pasto sujo e floresta ombrófila em regeneração.

A classe de **Rocha Exposta** tem uma crescente mudança, sendo que em 2011 sua área era de 1477,80 ha, e para o ano de 2023 essa área chega a 1889,80 ha, tendo um significativo acréscimo. A rocha exposta é uma das causas pela diminuição da pesca, já que com a diminuição da água e as corredeiras de pedrais as navegações se tornam perigosas.

Uma das maiores preocupações dos indígenas sobre a diminuição da água e as mudanças ocorridas na TI Paquiçamba é o grande risco de espécies de peixes entrarem em extinção, já que toda a sua vivência foi a partir do que existe naquela área. “O barramento do rio impõe um drástico corte na relação de conhecimento compartilhado das pessoas e dos peixes na Volta Grande do Xingu” (Sawakuchi, et al, 2023, pág. 4).

Figura 27: Mapa das Modificações da Terra e da Água no Limite da Terra Indígena Paquiçamba da Volta Grande do Xingu.

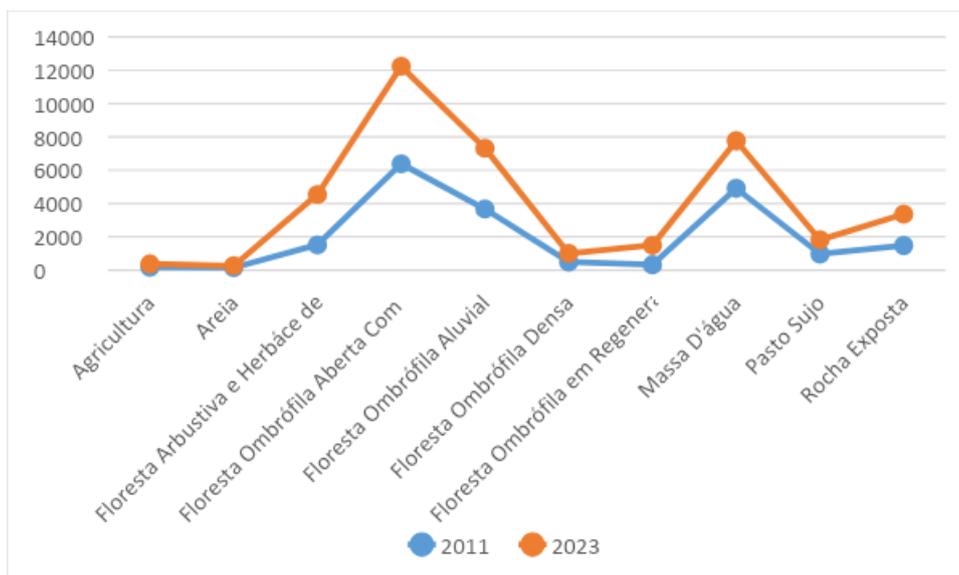


Fonte: Autores (2023)

Quadro 8: Quadro de matriz de transição das classes de uso da terra e cobertura vegetal da TI Paquiçamba do ano de 2011 para 2023.

Matriz de Transição das Clisses de Uso da Terra e Cobertura Vegetal (Ha)												
Classes de transição de 2011 para 2023	Agricultura	Areia	Floresta Arbustiva e Herbácea de Influência Fluvial	Floresta Ombrófila Aberta Com Cipó	Floresta Ombrófila Aluvial	Floresta Ombrófila Densa	Floresta Ombrófila em Regeneração	Massa D'água	Pasto Sujo	Rocha Exposta	Total	%
Agricultura	0,77	0	0	0,06	0,05	0	1,97	0,01	0	0	2,86	8,81%
Areia	0	0,1	0,8	0	0,28	0,09	0,02	0,02	0	1,22	2,53	31,09%
Floresta Arbustiva e Herbácea de Influência Fluvial	0	0	22,86	0	0	0	0	0	0	1,62	24,48	98,64%
Floresta Ombrófila Aberta Com Cipó	2,31	0	0	90,24	0,04	0	6,53	0,06	3,29	0,03	102,5	1,60%
Floresta Ombrófila Aluvial	0	0,03	0	2,59	53,47	0	0,12	1,9	0	0,65	58,76	1,60%
Floresta Ombrófila Densa	0	0	0	0	0	7,76	0	0	0	0,01	7,77	1,50%
Floresta Ombrófila em Regeneração	0,04	0	0	0,21	0	0	3,48	0,01	1,27	0	5,01	1,50%
Massa D'água	0	1,08	15,56	0,3	3,16	0,25	0,26	43,17	0	15,37	79,15	1,60%
Pasto Sujo	0	0	0	0,21	0,04	0	6,5	0,04	8,8	0,01	15,6	1,60%
Rocha Exposta	0	0,42	9,02	0,06	0,04	0,04	0,04	0,52	0	11,36	23,15	1,50%

Fonte: Autor (2023)

Gráfico 4: Área em ha por ano, da Terra Indígena Paquiçamba.

Fonte: Autor (2023)

O Quadro 8, gráfico 4 e a Figura 27 deixam evidente as mudanças da terra indígena Paquiçamba, mostrando as transições de cada classe mapeada. Com isso, conseguimos entender que há uma dinâmica de interação dos componentes da terra indígena Paquiçamba, onde a mudança dos ambientes é conjunta. A dinâmica de uso da TI está correlacionada com o rio, logo, com o rompimento do ciclo natural do mesmo há também o rompimento de um modo de vida que agora depende de outros tipos de uso para sua subsistência.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Usina Hidrelétrica de Belo Monte trouxe consigo um plano de desenvolvimento que gerou muitas transformações na região do Xingu, uma das que mais afetou foi a diminuição da água na VGX. Com isso, analisar de forma minuciosa todas essas transformações se faz necessário, para ser feito um diagnóstico de tais problemáticas causadas com o intuito de amenizar os efeitos trazidos.

Além disso, há a necessidade de se fazer a manutenção dos direitos indígenas, como a própria demarcação de terras indígenas, seja pelo congresso nacional ou pelo supremo tribunal. O fortalecimento da Fundação Nacional do Índio – FUNAI é uma iniciativa necessária para a diminuição dos conflitos por terra e por água dentro e nos arredores de terras indígenas.

A pesquisa teve resultados significantes que mostram que a análise com seu viés metodológico e teórico vindo da geoecologia das paisagens nos fornecem aparato investigativo importante para uma análise ambiental competente, assim, fornecendo subsídios para um melhor planejamento ambiental. No caso dessa pesquisa, há a compreensão de que a vida na VGX precisa de uma nova revisão no hidrograma de consenso para que mais água seja fornecida para o TVR.

É de se saber que os ambientes da volta grande dependem do ciclo em seu funcionamento natural, ou pelo menos parecido, para não haver a extinção de várias espécies de peixes, assim como, para que os indígenas não percam sua identidade com o rio e com a natureza existente naquele local.

Os ambientes de planície fluvial passam por um processo de mudança que colabora para as mudanças de hábitos dos indígenas Juruna (Yudjá), sendo assim, é necessário que:

Haja a distribuição de água necessária para a manutenção dos tipos de vida para a VGX que sejam necessária para alagar as planícies fluviais, fornecendo alimento para os peixes, logo, para os indígenas também;

Essa distribuição de água seja necessária para alagar as áreas de rocha exposta, tornando mais viável a navegabilidade dos indígenas.

Para as áreas de terra firme, nas áreas de floresta ombrófila aberta com cipó, os tipos de uso da terra em uma análise multitemporal mostra que há o

aumento das áreas de pastagem, agricultura e floresta secundária. Com o passar dos anos a tendência desses locais de floresta é ser substituído por áreas de grama-baixa e roças, principalmente com a demora para a demarcação da área declarada para os indígenas juruna.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SÁBER, Aziz Nacib. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. Ateliê editorial, 2003.

ADAMS, Cristina et al. Situação ambiental no trecho do Rio Xingú afetado pela UHE Belo Monte, a montante da Barragem Pimental. A Expulsão de ribeirinhos em Belo Monte, p. ca 4-150, 2017.

ALBUQUERQUE CAVALCANTI, Iracema Fonseca; FERREIRA, Nelson Jesus. Clima das regiões brasileiras e variabilidade climática. Oficina de Textos, 2021.

ALVES, Fernanda Jesus de Souza. Indicadores da sustentabilidade de instalação e operação da Usina Belo Monte. 2021.

ALVES, L. M.; MARENGO, J. A.; CAVALCANTI, IF de A. Histórico de secas na Amazônia. BORMA, L de S.; NOBRE, CA Secas na Amazônia: causas e conseqüências. São Paulo: Oficina de Textos, p. 21-27, 2013.

ARAGÃO, Larissa Pinho; DA SILVA, Edson Vicente. GEOECOLOGIA DAS PAISAGENS: UMA ABORDAGEM DA EVOLUÇÃO TEÓRICO-CONCEITUAL E METODOLÓGICA. REDE-Revista Eletrônica do PRODEMA, v. 15, n. 2, p. 91-100, 2022.

BAINES, Stephen Grant. Antropologia do desenvolvimento e povos indígenas. 2004.

BECKER, Bertha K. Significância contemporânea da fronteira: uma interpretação geopolítica a partir da Amazônia Brasileira. Fronteiras. Brasília: Editora UnB, p. 60-89, 1988.

Benjamin, antônio herman de vasconcellos e. O impacto ambiental. 1993.
Bertalanffy, I. Von. Teoria geral dos sistemas. Paris, dunod , c. 17, 1973.

Bertrand, g. Paisagem e geografia física global - esboço metodológico.

BERTRAND, Georges. Paisagem e geografia física global. Esboço metodológico. Raega-O Espaço Geográfico em Análise, v. 8, 2004.

Boletim Agroclimatológico / Instituto Nacional de Meteorologia. – v.58 n. 10 – (2023) – Brasília: Inmet, 2023. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/>

BRASIL, Atlas dos Manguezais; DO SUL, PAN Herpetofauna. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2018.

BRASIL, ELETROBRÁS. Atualização do Inventário Hidrelétrico da Bacia do Rio Xingu Consolidação dos Estudos Realizados. Relatório Geral. Processo Aneel Número: 48500.004313/05-47 8892/00-10-RI-0001-0. Outubro, 2007.

Caderno de ciências da terra. N^o 13, igeog-usp, são paulo, 1969.
Câmara, gilberto; davis, clodoveu; monteiro, antônio miguel vieira. Introdução à ciência da geoinformação. 2001.

CARNEIRO FILHO, Arnaldo; SOUZA, Oswaldo Braga de. Atlas de pressões e ameaças às terras indígenas na Amazônia brasileira. 2009.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. Modelagem de sistemas ambientais. Editora Blucher, 1999.

EMIDIO, Teresa Maria; COIMBRA, José de Ávila Aguiar. Meio ambiente & paisagem. Senac, 2017.

Engenharia, leme. Aproveitamento hidroelétrico de belo monte: relatório de impacto ambiental-rima. Leme engenharia, 2009.

Fearnside, philip m. Barragens e hidrovias na amazônia: planos da bacia do tapajós no brasil. *Ambio*, v. 44, n. 5, pág. 426-439, 2015.

Fearnside, philip m. Impactos ambientais da barragem de tucuruí no brasil: lições não aprendidas para o desenvolvimento hidrelétrico na amazônia. *Gestão ambiental*, v. 27, n. 3, pág. 377-396, 2001.

FEARNSIDE, Philip Martin. Impactos das hidrelétricas na Amazônia e a tomada de decisão. *Novos Cadernos NAEA*, v. 22, n. 3, 2019.

FELLOWS, Martha et al. Amazônia em chamas: desmatamento e fogo em terras indígenas. **Brasília, DF: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia**, 2021.

FEMMA – FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE. Vocabulário básico de meio ambiente. 4ed. Rio de Janeiro, 1992.

Ferreira, I N., Nascimento, H. S., & Velasco, U. (2018). Plano de Gestão Territorial e Ambiental Volta Grande do Xingu: Terras Indígenas Paquiçamba, Arara da Volta Grande do Xingu e Área Indígena Juruna do Km 17. Altamira: Verthic.

FITZGERALD, Daniel B. et al. Diversidade e estrutura das comunidades de peixes que habitam as corredeiras do Rio Xingu: implicações para a

conservação diante do desenvolvimento de uma hidrelétrica de grande escala.[sl: sn]. 2020.

FRANCO, Vânia dos Santos et al. Climatologia e previsão hidrológica de cheia sazonal do Rio Xingu, Altamira-PA. 2018.

FREIRE, Luciana Martins; LIMA, Joselito Santiago de; SILVA, Edson Vicente da. Belo Monte: fatos e impactos envolvidos na implantação da usina hidrelétrica na região Amazônica Paraense. **Sociedade & Natureza**, v. 30, p. 18-41, 2023.

FREITAS FILHO, Manuel Rodrigues de; SOUZA, Marcos José Nogueira de. Análise geoambiental com aplicação de geotecnologias nas nascentes do riacho dos Macacos: bacia do rio Acaraú-CE. Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, GO, 2005.

GIANNOTTI, Mariana Abrantes. Geotecnologias na análise de impactos sócioambientais: o caso da queima de cana-de-açúcar na região de Piracicaba. 2003.

GONÇALVES, Marcela Vecchione et al. UHE Belo Monte e a soberania alimentar dos povos indígenas na Volta Grande do Xingu. 2023.

GUERRA, Maria Daniely Freire; DE SOUZA, Marcos José Nogueira; LUSTOSA, Jacqueline Pires Gonçalves. Revisitando a teoria geossistêmica de Bertrand no século XXI: aportes para o GTP (?). *Geografia em questão*, v. 5, n. 2, 2012.

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

IGM, António Barra; BARBOSA, Bernardo. IMPORTÂNCIA DA GEOLOGIA NA PRESERVAÇÃO DOS RECURSOS GEOLÓGICOS, NO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO, NO PLANEAMENTO REGIONAL E NA PROTECÇÃO DO AMBIENTE. ALGUNS CASOS ELUCIDATIVOS. *La Minería em el Contexto de la Ordenación del Territorio*, p. 126, 2002.

JÚNIOR, Jaime Ribeiro Carvalho et al. O conhecimento etnoecológico dos pescadores yudjá, terra indígena paquicamba, volta Grande do rio Xingu, PA. *Tellus*, p. 123-147, 2011.

KIPNIS, Renato; CALDARELLI, Solange Bezerra. Caçadores-coletores do Holoceno Inicial no Médio Xingu. *Especiaria: Cadernos de Ciências Humanas*, v. 18, n. 33, p. 151-198, 2018.

Leite, marcos esdras; brito, jorge luis silva. Geotecnologias: aplicabilidade nos estudos do espaço geográficos. *Revista cerrados (unimontes)*, v. 4, n. 1, p. 57-67, 2006.

LEME ENGENHARIA. DIAGNÓSTICO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DIRETA E DIRETAMENTE AFETADA DO MEIO FÍSICO. In: APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO DE BELO MONTE. Não consta: autor, 2009. 197 p.

LEME, E. Diagnóstico AID e ADA - Meio Físico. In: APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO DE BELO MONTE. Não consta: autor, 2009. 197 p.

LOBATO, Alexandre Augusto Cardoso et al. Análise geoecológica como subsídio ao planejamento ambiental da sub-bacia hidrográfica do igarapé ambé, Altamira-PA. 2021.

LOUREIRO, Violeta Refkalefsky; PINTO, Jax Nildo Aragão. A questão fundiária na Amazônia. Estudos avançados, v. 19, p. 77-98, 2005.

MAGALHÃES, Antonio Carlos; MAGALHÃES, Sonia Barbosa; ZHOURI, A. Um canto fúnebre em Altamira: Os povos indígenas e alguns dos primeiros efeitos da barragem de Belo Monte. Desenvolvimento, reconhecimento de direitos e conflitos territoriais, p. 18-44, 2013.

MALHI, Y., et al. The Amazon rainforest as a carbon sink. Nature, v. 500, n. 7464, p. 177-180, 2013.

MARENGO, J. A. et al. Hydro-climatic and ecological behaviour of the drought of Amazonia in 2005. Philosophical Transactions of The Royal Society B: Biological Sciences, v. 363, p. 1773– 1778, 2008b, doi:10.1098/rstb.2007.0015.

MARENGO, J. A. et al. The drought of 2010 in the context of historical droughts in the Amazon region. Geophysical Research Letters, v. 38, p. 1-5, 2011.
MARENGO, J. A. Interannual variability of surface climate in the Amazon Basin. Int.J.Climatol., v. 12, p. 8, 853-863, 1992.

Martins, renato adriano et al. Mapeamento em grande escala da cobertura vegetal e uso da terra na bacia de contribuição da represa da emgopa, município de morrinhos-go. Brazilian journal of development, v. 7, n. 1, p. 4099-4116, 2021.

NASCIMENTO, Flávio Rodrigues; SAMPAIO, José Levi Furtado. Geografia física, geossistemas e estudos integrados da paisagem. Revista da casa da geografia de Sobral, v. 6, n. 1, p. 21, 2004.

Nunes, juliana faria; roig, henrique Ilacer. 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.

OLIVEIRA, J. H. M. CHAVES, J. M. Mapeamento e caracterização geomorfológica: Ecorregião Raso da Catarina e Entorno NE da Bahia. Mercator –Vol. 9, Nº 20, 2010: Set/Dez

Paula, E.M.S. PAISAGEM FLUVIAL AMAZÔNICA: GEOECOLOGIA DO TABULEIRO DO EMBAUBAL - BAIXO RIO XINGU. 2017. 157 f. Tese

(Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

PAULINO, Heloisa Verri. Zoneamento ambiental: uma visão panorâmica. 2010.
PAZ, Luciana Rocha Leal. Hidrelétricas e Terras Indígenas na Amazônia: Desenvolvimento Sustentável?. 2006. Tese de Doutorado. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO.

PEZZUTI, Juarez et al. Xingu, o rio que pulsa em nós. São Paulo: Instituto Socioambiental (ISA), 2018.

PROJETOS, F. G. V. et al. **Mapa dos caminhos: proteção territorial indígena: uma análise do cumprimento de condicionantes da UHE Belo Monte relacionadas à proteção territorial indígena e sua efetividade para o território.** 2015.

RESOLUÇÃO N. 740, DE 06 DE OUTUBRO DE 2009.

RIBEIRO, Bárbara Farias et al. Estudo das variáveis hidrometeorológicas associados a fatores ambientais: bacia hidrográfica do Rio Xingu. 2020.

ROCHA, Carla Giovana Souza; DA SILVA, Josefa de Oliveira Camara.

RIBEIRINHOS REASSENTADOS E AS MUDANÇAS NOS MODOS DE VIDA: DANOS DA HIDRELÉTRICA DE BELO MONTE NO RIO XINGU, PARÁ. **Nova Revista Amazônica**, v. 10, n. 2, p. 143-155, 2022.

Rodrigues, Cleide. A teoria geossistêmica e sua contribuição aos estudos geográficos e ambientais. Revista do departamento de geografia, v. 14, p. 69-77, 2001.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, EV da. Teoria dos Geossistemas-o legado de VB Sotchava: Volume 1 Fundamentos Teórico-metodológicos. Fortaleza: Edições UFC, p. 176, 2019.

Rodriguez, José Manuel Mateo; Silva, Edson Vicente da. Planejamento e gestão ambiental: subsídios da geoecologia das paisagens e da teoria geossistêmica. Fortaleza: edições ufc, 2013.

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

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Geografia do Brasil. Edusp, 1996.
SALA, Maria. Geoecología del paisaje en el macizo litoral catalán. Revista de geografía, p. 23-45, 1982.

SALOMÃO, Rafael de Paiva et al. As florestas de Belo Monte na grande curva do rio Xingu, Amazônia Oriental. 2007.

SANTOS, Daniel Meninéa et al. Análise e modelagem hidrometeorológica na Bacia do Rio Tocantins em Marabá-PA. 2008.

Sartorelli, P. A., Benedito, A. L., Filho, E. M., Ferreira, I. N., Juruna, A. P., Viana, A. D. Juruna, O. P. (2018). Plantas dos Povos da Volta Grande do Xingu (1 ed.). Barreiras, BA: Baobá Florestal. Fonte: <https://biologiavegetal.com.br/guias-de-campos/plantas-dos-povos-da-volta-grande-do-xingu/>

SAWAKUCHI, A. O. et al, Monitoramento Ambiental Territorial Independente da Volta Grande do Xingu (MATI-VGX). Hidrograma Piracema: o Monitoramento Ambiental Territorial Independente da Volta Grande do Xingu e os critérios ecossistêmicos para manutenção da vida. Altamira, Pa: Instituto Socioambiental – ISA, (2022)

SEMA – SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO GOVERNO BRASILEIRO. Caracterização e diretrizes gerais de uso da APA do Rio São Bartolomeu. Brasília – DF: v.1. 1998.

SILVA, Elizângela Cardoso de Araújo. Povos indígenas e o direito à terra na realidade brasileira. **Serviço social & sociedade**, p. 480-500, 2018.

Silva, j. D. S. V.; dos santos, rozely ferreira. Zoneamento para planejamento ambiental: vantagens e restrições de métodos e técnicas. Área de informação da sede-artigo em periódico indexado (alice), 2004.

SILVA, José de Fátima. El Niño: o fenômeno climático do século. Thesaurus Editora, 2000.

silva, márcio luiz. Paisagem e geossistema: contexto histórico e abordagem teórico-metodológica. Geoambiente on-line, n. 11, p. 01-23 pág., 2008.

Silveira, missifany. A implantação de hidrelétricas na amazônia brasileira, impactos socioambientais e à saúde com as transformações no território: o caso da uhe de belo monte. 2016.

Soares filho, britaldo silveira. Análise de paisagem: fragmentação e mudanças. Belo horizonte, 1998.

Sotchava, Victor Borisovich. El objeto de la Geografía Física a la luz de la teoría sobre los Geosistemas. GEOgraphia, v. 17, n. 33, p. 234-244, 2015. SOTCHAVA, Viktor Borisovich. O estudo de geossistemas. 1977.

SOUZA CAVALCANTI, Lucas Costa; BARROS CORRÊA, Antônio Carlos. Geossistemas e geografia no Brasil. Revista Brasileira de Geografia, v. 61, n. 2, p. 3-33, 2017. Tese de Doutorado. tesis de maestria), São José dos Campos, INPE. Piracicaba 180 p.

TRANCOSO, R. et al. EtnoSIGs: ferramentas para gestão territorial e ambiental de terras indígenas. CEP, v. 70390, p. 025, 2012.

TRICART, J. Ecodinâmica. Rio de Janeiro: IBGE, 1977. Principes et méthodes de l geomorphologie. Paris: Masson Ed, 1965.

TROPMAIR, Helmut; GALINA, Marcia Helena. Geossistemas. Mercator–
Revista de Geografia da UFC. Fortaleza, ano, v. 5, 2006.

VASQUEZ, Marcelo Lacerda; ROSA-COSTA, Lúcia Travassos da. Geologia e recursos minerais do estado do Pará. CPRM, 2008.

VELOSO, Gabriel Alves et al. Geotecnologias aplicadas ao monitoramento do uso do solo na bacia hidrográfica do Riachão, no Norte de Minas Gerais. Revista de Geografia (Recife) , v. 28, n. 2, pág. 165-184, 2011.

VIDAL, Maria Rita. Geoecologia das paisagens: fundamentos e aplicabilidades para o planejamento ambiental no baixo curso do rio Curu-Ceará-Brasil. 2014.

VIEIRA, Maria Elisa Guedes et al. EIA-RIMA AHE Belo Monte estudo socioambiental componente indígena: Terra Indígena Paquiçamba. Relatório Técnico-Científico, 2009.

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. 28, n. 2, 2020.