



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

**TRANSFORMAÇÕES SOCIOAMBIENTAIS E ECOLOGIA DA PAISAGEM NAS  
MICROBACIAS URBANAS DE ALTAMIRA - PARÁ**

Altamira/PA

2022

Vagner Nascimento Costa

TRANSFORMAÇÕES SOCIOAMBIENTAIS E ECOLOGIA DA PAISAGEM NAS  
MICROBACIAS URBANAS DE ALTAMIRA - PARÁ

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:** Prof. Dr Gabriel Alves Veloso

Altamira/PA

2022

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
Biblioteca de Pós-Graduação do IFCH/UFPA

---

Nascimento Costa, Vagner

A TRANSFORMAÇÃO URBANA E AMBIENTAL DA SEDE  
URBANA DE ALTAMIRA-PA NA ÓTICA DA INSTALAÇÃO/OPERAÇÃO  
DA UHE BELO MONTE POR MEIO DE MÉTRICAS DE PAISAGEM /  
Vagner Nascimento Costa. - 2022.

Orientador: Gabriel Alves Veloso

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Geografia,  
Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal do Pará, Belém,  
2019

1. Dinâmica Ambiental. 2. Fragmentos Florestais. 3. Métricas de Paisagem. I.  
Título

CDD 99. ed. 999.99999999

---

Vagner Nascimento Costa

A TRANSFORMAÇÃO URBANA E AMBIENTAL DA SEDE DE ALTAMIRA-PA NA  
ÓTICA DA INSTALAÇÃO/OPERAÇÃO DA UHE BELO MONTE POR MEIO DE  
MÉTRICAS DE PAISAGEM

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:** Prof. D.r Gabriel Alves Veloso

Data da defesa: 31/08/2022

Avaliação:

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Gabriel Alves Veloso  
(Orientador - PPGEO/UFPA)

---

Prof. Dr. Alan Nunes Araújo  
(Examinador Interno – PPGEO/UFPA)

---

Prof. Dr. Fernando Moreira de Araújo  
(Examinador Externo – UFG/LAPIG)

À minha esposa Hortência e filhos  
Benjamim e Maria Elisa

## AGRADECIMENTOS

Neste ponto, onde os sentimentos podem ser traduzidos em palavras, deixo meus sinceros e honestos agradecimentos:

À Deus, pelo dom da vida e pela sabedoria concedida para contar meus dias e enfrentar as mais diversas situações vividas durante este programa de pós-graduação e principalmente no decorrer da produção deste trabalho, onde minha rotina foi modificada, em vários aspectos;

à minha família pelo apoio incondicional aos meus estudos e pesquisas, mesmo que significasse deixar de passar certo precioso tempo com eles, em especial à minha esposa e filhos, os quais suportaram compreensivelmente minha ausência pela pesquisa, trabalho e mesmo o cansaço;

ao meu orientador por não ter abandonado a ideia do trabalho, mesmo diante das várias dificuldades;

aos companheiros do trabalho, que, por vezes, se dedicaram a mais para cobrir as ausências; e por fim

a todos do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFPA, pela oportunidade concedida em minha formação acadêmica, em especial à Prof. Dra. Márcia Pimentel e ao meu antigo orientador e hoje amigo, Dr. Alan Araújo pelos esclarecimentos e luzes que me deram ao longo do caminho.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – MAPA DE POLOS DE DESENVOLVIMENTO NA AMAZÔNIA BRASILEIRA, 1974.....	17
FIGURA 2 – MAPA DE PROJETOS MINERÁRIOS NO PARÁ.....	19
FIGURA 3 – MAPA DE PROJETOS DE APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO NO PARÁ.....	20
FIGURA 4 – MAPA DA AII SOCIOECONÔMICA E CULTURAL DA UHE BELO MONTE.....	21
FIGURA 5 – MAPA DA AII SOCIOECONÔMICA E CULTURAL DA PROJETO MINERÁRIO VOLTA GRANDE.....	22
FIGURA 6 – MAPA DA DIVISÃO HIDROGRÁFICA DA BACIA AMAZÔNICA.....	25
FIGURA 7 – ESQUEMA DO MÉTODO DE ESTUDO DE GEOSSISTEMAS.....	27
FIGURA 8 – EVOLUÇÃO DOS PERÍMETROS URBANOS DA SEDE DE ALTAMIRA.....	38
FIGURA 9 – MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS DE ALTAMIRA.....	39
FIGURA 10 – MAPA DE RELAÇÃO DA MRHA COM AS OTTOBACIAS DE 7º NÍVEL.....	40
FIGURA 11 – MAPA CATEGORIZAÇÃO DOS FRAGMENTOS DE FLORESTA.....	42
FIGURA 12 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	43
FIGURA 13 – FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA APLICADA.....	52
FIGURA 14 – MAPA COMPARATIVO DE FF E IU POR RECORTE TEMPORAL.....	53
FIGURA 15 – MAPA SÍNTESE DA DINÂMICA DA CLASSE FF NO PERÍODO DE 2000 A 2010.....	55
FIGURA 16 – MAPA SÍNTESE DA DINÂMICA DE PERDA DA CLASSE FF NO <i>PANT</i> .....	57
FIGURA 17 – MAPA SÍNTESE DA DINÂMICA DE PERDA DA CLASSE FF NO <i>PANT</i> .....	58
FIGURA 18 – MAPA SÍNTESE DA DINÂMICA DA CLASSE FF NO PERÍODO DE 2000 A 2010.....	60
FIGURA 19 – MAPA SÍNTESE DA DINÂMICA DE PERDA DA CLASSE FF NO <i>PPOS</i> .....	61
FIGURA 20 – MAPA SÍNTESE DA DINÂMICA DE PERDA DA CLASSE FF NO <i>PANT</i> .....	62
FIGURA 21 – MAPA SÍNTESE DA DINÂMICA DA CLASSE FF NO PERÍODO DE 2000 A 2010.....	63
FIGURA 22 – MAPA SÍNTESE DA DINÂMICA DE PERDA DA CLASSE FF NO <i>PPOS</i> .....	65
FIGURA 23 – MAPA SÍNTESE DA DINÂMICA DE PERDA DA CLASSE FF NO <i>PANT</i> .....	66
FIGURA 24 – MAPA DE CLASSIFICAÇÃO DOS FRAGMENTOS DE FF INALTERADOS NO <i>PCON</i> .....	68
FIGURA 25 – MAPA DE CLASSIFICAÇÃO POR ÁREA DOS FRAGMENTOS DE FF NO ANO-BASE 2000.....	71
FIGURA 26 – MAPA DE CLASSIFICAÇÃO POR DISTANCIAMENTO DOS FRAGMENTOS DE FF EM 2000.....	72
FIGURA 27 – MAPA DE CLASSIFICAÇÃO POR ÁREA DOS FRAGMENTOS DE FF NO ANO-BASE 2010.....	73
FIGURA 28 – MAPA DE CLASSIFICAÇÃO POR DISTANCIAMENTO DOS FRAGMENTOS DE FF EM 2010.....	74
FIGURA 29 – MAPA DE CLASSIFICAÇÃO POR ÁREA DOS FRAGMENTOS DE FF NO ANO-BASE 2020.....	76
FIGURA 30 – MAPA DE CLASSIFICAÇÃO POR DISTANCIAMENTO DOS FRAGMENTOS DE FF EM 2000.....	77
FIGURA 31 – MAPA DE PROGNÓSTICO DOS FRAGMENTOS DE FF EM 2000.....	79
FIGURA 32 – MAPA DE PROGNÓSTICO DOS FRAGMENTOS DE FF EM 2010.....	80
FIGURA 33 – MAPA DE PROGNÓSTICO DOS FRAGMENTOS DE FF EM 2020.....	81

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – GRAUS DE SUSCETIBILIDADE.....	48
TABELA 2 - PESOS DOS ATRIBUTOS E INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS.....	49
TABELA 3 - PESOS DOS ATRIBUTOS E INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS.....	51
TABELA 4 – ÁREAS DE FF NO <i>PANT</i> EM FUNÇÃO DA DINÂMICA ESPACIAL.....	56
TABELA 5 – ÁREAS DE FF CONVERTIDA EM OUTRA CLASSE DE COBERTURA ENTRE 2000 E 2010.....	57
TABELA 6 – ÁREAS DE FF REGENERADA A PARTIR DE OUTRA CLASSE DE COBERTURA ENTRE 2000 E 2010.....	59
TABELA 7 – ÁREAS DE FF NO <i>PPOS</i> EM FUNÇÃO DA DINÂMICA ESPACIAL.....	60
TABELA 8 – ÁREAS DE FF CONVERTIDA EM OUTRA CLASSE DE COBERTURA ENTRE 2010 E 2020.....	62
TABELA 9 – ÁREAS DE FF REGENERADA A PARTIR DE OUTRA CLASSE DE COBERTURA ENTRE 2000 E 2010.....	63
TABELA 10 – ÁREAS DE FF NO <i>PCON</i> EM FUNÇÃO DA DINÂMICA ESPACIAL.....	64

TABELA 11 – ÁREAS DE FF CONVERTIDA EM OUTRA CLASSE DE COBERTURA ENTRE 2010 E 2020 .....	65
TABELA 12 – ÁREAS DE FF REGENERADA A PARTIR DE OUTRA CLASSE DE COBERTURA ENTRE 2000 E 2010 ...	66
TABELA 13 – MÉTRICAS DE PAISAGEM APLICADAS À CLASSE DE COBERTURA FF .....	69
TABELA 14 – CLASSIFICAÇÃO POR FAIXA DE ÁREA DOS FRAGMENTOS DE FF PARA O ANO-BASE 2000.....	70
TABELA 15 – CLASSIFICAÇÃO POR FAIXA DE DISTANCIAMENTO DOS FRAGMENTOS DE FF PARA O ANO-BASE 2000 .....	71
TABELA 16 – CLASSIFICAÇÃO POR FAIXA DE ÁREA DOS FRAGMENTOS DE FF PARA O ANO-BASE 2010.....	73
TABELA 17 – CLASSIFICAÇÃO POR FAIXA DE DISTANCIAMENTO DOS FRAGMENTOS DE FF PARA O ANO-BASE 2010 .....	74
TABELA 18 – CLASSIFICAÇÃO POR FAIXA DE ÁREA DOS FRAGMENTOS DE FF PARA O ANO-BASE 2020.....	75
TABELA 19 – CLASSIFICAÇÃO POR FAIXA DE DISTANCIAMENTO DOS FRAGMENTOS DE FF PARA O ANO-BASE 2020 .....	76
TABELA 20 – QUANTITATIVO GERAL DE ÁREA DOS FRAGMENTOS POR APTIDÃO .....	78
TABELA 21 – ANÁLISE DA CONCRETIZAÇÃO DOS PROGNÓSTICOS DE SUPRESSÃO DE 2000 PARA 2010.....	79
TABELA 22 – ANÁLISE DA CONCRETIZAÇÃO DOS PROGNÓSTICOS DE SUPRESSÃO DE 2000 PARA 2010.....	81

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – EVOLUÇÃO DA ÁREA DE COBERTURA DE FF E IU .....	54
GRÁFICO 2 – EVOLUÇÃO DO QUANTITATIVO DE FRAGMENTOS E ÁREA DE COBERTURA DE FF.....	69

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

**AII** – Área de Influência Indireta  
**APP** – Área de Preservação Permanente  
**CAR** - Cadastro Ambiental Rural  
**EIA** – Estudo de Impacto Ambiental  
**ESRI** - Environmental Systems Research Institute  
**FF** – Formação Florestal  
**HA** – HECTÁRE  
**IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
**INCRA** – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária  
**IU** – Infraestrutura Urbana  
**KM** – Quilómetro  
**LAR** - Licenciamento Ambiental Rural  
**M** – Metros  
**M<sup>2</sup>** - Metros Quadrados  
**NASA** - National Aeronautics and Space Administration  
**Pant** – Período Anterior  
**Ppos** – Período Posterior  
**Pcon** – Período Consolidado  
**PDM** - Plano Diretor Municipal  
**PIC**– Plano Integrado de Colonização  
**PIN** – Plano de Integração Nacional  
**PNMA** – Política Nacional de Meio Ambiente  
**PNRH** – Política Nacional de Recursos Hídricos  
**POLOAMAZÔNIA** - Programa de Polos Agropecuários e Agrominerais da Amazônia  
**Ppos** – Período Posterior  
**RL** – Reserva Legal  
**SIG** – Sistema de Informações Geográficas  
**UHE** – Usina Hidrelétrica  
**UHE** – Usina Hidrelétrica  
**USGS** - United States Geological Survey  
**UTM** - Universal Transversa de Mercator

## RESUMO

O espaço urbano deve ser compreendido numa perspectiva dinâmica tendo o crescimento da cidade como ponto de referência. Em se tratando das questões ambientais o crescimento desordenado associado à inexperiência do planejamento ambiental e territorial incorrem na formação de problemas socioambientais e na reestruturação da paisagem. Por meio de modelagem matemática e de dados geográficos, é possível então, entender os processos atuantes entre os meios socioculturais e os recursos naturais disponíveis. Associado às tecnologias de geoprocessamento, as métricas de paisagem constituem ferramentas valiosas da Ecologia de Paisagens para mensuração das modificações ocorridas em dada área de estudo ao estabelecer avaliações temporais da modificação de fragmentos do cenário por meio da avaliação de critérios e estabelecimento de proposições que possibilitem compreender a capacidade de transformação do território. O objetivo geral do presente trabalho é compreender as transformações socioambientais e ecológicas da paisagem nas microbacias urbanas de Altamira/PA possibilitando a formulação de um cenário de prognóstico para suporte ao processo de planejamento urbano ambiental por meio da avaliação espacial e aplicação de métricas de paisagem aos fragmentos florestais relacionados ao perímetro urbano municipal levando em consideração os recortes temporais de 2000, 2010 e 2020. Os resultados encontrados foram o aumento da fragmentação da classe formação florestal no perímetro urbano municipal, a manutenção dos fragmentos de maior área e a obtenção de cenários de aptidão dos fragmentos para preservação, regulação de uso e supressão, permitindo uma discussão a respeito da questão ambiental dos fragmentos de floresta nas microbacias e no perímetro urbano, bem como da gestão dos usos do solo.

**Palavras Chave:** 1 Dinâmica Ambiental. 2. Fragmentos Florestais. 3. Métricas de Paisagem.

## ABSTRACT

The urban space must be understood in a dynamic perspective having as reference the growth of the city. In terms of environmental issues, the disorderly growth associated with the inexperience of environmental and territorial planning incurs in the formation of socio-environmental problems and in the restructuring of the landscape. Through mathematical modeling and geographic data, it is possible to understand the processes that operate between social and cultural environments and the available natural resources. Associated to the geoprocessing technologies, the landscape metrics are valuable tools in Landscape Ecology to measure changes in a area of study by establishing temporal assessments of the modification of landscape fragments, through the evaluation of criteria and establishment of propositions that allow understand the transformation capacity of the territory. The general objective of the present research is to understand the socio-environmental and ecological transformations of the landscape in the urban watersheds of Altamira/PA, enabling the formulation of a prognostic scenario to support the environmental urban planning process through spatial assessment and application of landscape metrics to the forest fragments related to the municipal urban perimeter, considering the time periods of 2000, 2010 and 2020.

**Keywords:** 1 Environmental dynamic. 2. Forest Fragment. 3. Landscape Metrics.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>AMAZÔNIA, UM VASTO TERRITÓRIO EXPECULADO POR GRANDES EMPREENDIMENTOS.....</b>	<b>15</b>
1.1	PLANOS DE INTEGRAÇÃO NACIONAL E A CRIAÇÃO/DESENVOLVIMENTO DE CIDADES NA AMAZÔNIA	15
1.2	PROJETOS DE MINERAÇÃO E HIDROELÉTRICOS NA AMAZÔNIA BRASILEIRA .....	18
1.3	A REGIÃO HIDROGRÁFICA ENQUANTO UNIDADE DE PLANEJAMENTO TERRITORIAL, DA AMAZÔNIA À CIDADE DE ALTAMIRA .....	23
<b>2</b>	<b>ECOLOGIA DA PAISAGEM E ANÁLISE SISTÊMICA EM GEOGRAFIA.....</b>	<b>26</b>
2.1	ANÁLISE INTEGRADA EM GEOGRAFIA .....	26
2.1.1	<i>A Paisagem .....</i>	26
2.1.2	<i>A Visão Sistêmica .....</i>	27
2.1.3	<i>A questão ambiental .....</i>	28
2.2	ECOLOGIA DAS PAISAGENS: COMPOSIÇÃO E ESTRUTURAS .....	31
2.3	GEOPROCESSAMENTO NA ANÁLISE URBANA .....	32
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>36</b>
3.1	LOCALIZAÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO: ALTAMIRA, UMA CIDADE MÉDIA NA AMAZÔNIA.....	36
3.2	COLETA DE DADOS E PROCESSAMENTO.....	44
3.3	MÉTRICAS DE PAISAGEM PARA AS CLASSES E FRAGMENTOS .....	44
3.4	DINÂMICA ESPACIAL DAS CLASSES .....	47
3.5	PROGNOSE DE CENÁRIOS.....	48
3.6	CAMINHO METODOLÓGICO .....	52
<b>4</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>53</b>
4.1	ANÁLISE ESPACIAL .....	53
4.1.1	<i>Período Anterior à UHE Belo Monte – Pant (2000 a 2010).....</i>	55
4.1.2	<i>Período Posterior à UHE Belo Monte – Ppos (2010 a 2020).....</i>	59
4.1.3	<i>Período consolidado – Pcon (2000 a 2020).....</i>	63
4.2	MÉTRICAS DE PAISAGEM .....	69
4.2.1	<i>Ano-base 2000.....</i>	70
4.2.2	<i>Ano-base 2010.....</i>	72
4.2.3	<i>Ano-base 2020.....</i>	75
4.3	CENÁRIOS PROGNÓSTICOS .....	78
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>82</b>
5.1	A QUESTÃO AMBIENTAL.....	82
5.2	OS USOS DO SOLO .....	84
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>86</b>

## INTRODUÇÃO

Desde a década de 1960 a Amazônia tem sido palco diversos planos econômicos a nível nacional e internacional que levaram ao desenvolvimento de alguns centros urbanos e a formação de outros, alterando a orientação de desenvolvimento a partir dos rios para uma ao longo das estradas, conforme amplamente discutido por Becker (2013), Kohlhepp (2002) e Gonçalves (2012). Não diferente do processo vivenciado por toda a região, a cidade de Altamira passou alterações consequentes de quase todos os projetos e programas instalados na Amazônia, visto sua posição estratégica nos diversos cenários de desenvolvimento implementados (MIRANDA NETO, 2016).

O modelo de adensamento do espaço, bem como os vetores de expansão e desenvolvimento das cidades da Amazônia, evidencia, como em tantos outros casos observados na Amazônia, o entendimento da população e de seus representantes a respeito da ocupação do solo urbano e dos usos públicos do espaço. As ocupações irregulares e a falta de políticas bem delineadas de incentivo de uso e ocupação do espaço urbano acarretam impactos adversos na qualidade de vida da população, aumento da demanda de fácil e desimpedido acesso por serviços eficientes de saneamento, saúde e educação, e, consequentemente, exercendo grande pressão sobre os recursos naturais disponíveis. (ALBUQUERQUE, 2012, p. 6)

Em se tratando das questões ambientais do território dos centros urbanos de forma geral, Albuquerque *et. al.* (2012, p. 7) afirma que o crescimento desordenado associado à inexperiência do planejamento ambiental e territorial incorrem na formação de problemas socioambientais e na reestruturação da paisagem visíveis nas situações de erosão dos solos e assoreamento de canais, poluição de mananciais e atmosférica e aumento do desconforto técnico.

O espaço urbano deve ser representado numa perspectiva dinâmica tendo o crescimento da cidade como ponto de referência, e deve ser entendido como um “processo espacial com dimensão temporal, onde a compreensão da atualidade integra as mudanças do passado e o potencial de variações para o futuro próximo” (ANJOS, 2016, p. 5). Desta forma, para entender o processo de expansão dos centros urbanos amazônicos, primeiro é necessário entender quais fatores estavam envolvidos no seu processo de desenvolvimento e qual a configuração espacial resultante deste.

As geotecnologias como apoio à avaliação da dinâmica territorial de um determinado local, contribuem para o entendimento dos vetores de crescimento a partir de um olhar macroespacial e da integração dos fatores naturais e socioeconômicos de forma sistêmica (MOURA, 2003; SOARES-FILHO et al., 2014). Tal demanda de planejamento territorial ambiental na Amazônia pode ser interpretado por um Sistema de Informações Geográficas (SIG), os quais, dentre outras funções, permitem o armazenamento, manuseio, análise e agregação e constantes atualizações de dados temáticos de vários formatos, bem como o cruzamento destas informações dessas espacialidades configuradas ao longo do tempo e apontar as suas tendências e restrições físico-ambientais, em componente computacional ágil (ANJOS, 2016, p. 5).

A análise da ecologia de paisagens em geografia proporciona o entendimento das alterações provocadas pela sociedade, por meio dos elementos antrópicos, na paisagem natural, sendo um instrumento de avaliação da dinâmica socioespacial de um território, contribuindo sobremaneira para o planejamento ambiental (RODRIGUEZ *et al*, 2017).

Visto que o desenvolvimento urbano pode ser entendido como a expansão horizontal de um núcleo populacional ao longo do tempo, diretamente relacionado ao uso dos recursos naturais disponíveis, conhecer os processos de transformação da paisagem ocorridos nas últimas décadas, perpassando pelo evento extraordinário de implantação da UHE Belo Monte na microrregião hidrográfica que perpassa a cidade de Altamira será um importante instrumento no entendimento dos processos de formação e reconfiguração do território a partir das alterações na paisagem percebidas na classe de cobertura do solo Formação Florestal.

O objetivo geral do presente trabalho é compreender as transformações socioambientais e ecológicas da paisagem nas microbacias urbanas de Altamira/PA possibilitando a formulação de um cenário de prognóstico para suporte ao processo de planejamento urbano ambiental.

Os objetivos específicos são:

Avaliar as alterações na classe de cobertura do solo formação florestal nos últimos 20 anos; e

Apontar e avaliar cenários de prognose para a formação florestal na década posterior.

# **1 AMAZÔNIA, UM VASTO TERRITÓRIO EXPECULADO POR GRANDES EMPREENDIMENTOS**

## **1.1 Planos de Integração Nacional e a criação/desenvolvimento de cidades na Amazônia**

A ocupação da Amazônia remonta à época do imperialismo europeu, da busca por terras para colonização e estabelecimento de rotas comerciais, tendo, na Amazônia Brasileira, dois centros urbanos de destaque, Belém e Manaus, atualmente capitais dos dois maiores estados desta. Becker (2013, p. 29) aborda que um dos principais marcos na urbanização da floresta se deu pela política Pombalina de miscigenação e nacionalização da estrutura comercial, abertura de povoamentos e miscigenação.

Avançando para um cenário nacional de independência do Estado da metrópole portuguesa, a política adotada continuou voltada para os interesses dos estrangeiros, conforme Gonçalves (2012) aborda ao descrever o ciclo da borracha, mais especificamente o Contrato-Padrão imposto em função pacto internacional do Acordo de Washington.

O Estado passou, por volta da década de 1960, a voltar olhares à Amazônia por meio da promulgação de grandes projetos estratégicos com o objetivo de integração do território nacional, em face à soberania do Estado, entre eles, a criação da Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia – SUDAM (1966) e o Projeto de Integração Nacional (1970).

A integração de seu deu a partir de 1970, por meio do Decreto Lei nº 1.106/70 que estabelecia o PIN com vistas a ocupar definitivamente a Amazônia por meio da expansão da fronteira agropecuária, com a estratégia da implantação de núcleos urbanos, incentivos fiscais e créditos a juros baixos para atrair empresas, induzindo a imigração para formação da mão de obra necessárias, reforçando, deste modo, a fronteira urbana antes da agrícola (BECKER, 2013, p. 33).

Em 1972, a Rodovia Transamazônica, uma das obras estratégicas do PIN, seria inaugurada. Miranda Neto (2016, p. 116) afirma que “o conjunto estrutural decorrente do PIN produz uma nova racionalidade na região, com forte incremento populacional tanto nas zonas rurais como nas áreas urbanas”.

Além da criação da rodovia, o Decreto Lei nº 1.164/71 tomava para patrimônio e gestão da União uma faixa de 100 km às margens das rodovias federais existentes, em criação ou planejadas para que fossem objeto de implantação dos programas de colonização dirigida conduzidos pelo INCRA.

Kohlhepp (2002, p.38) afirma que o processo de colonização agrícola às margens da Rodovia Transamazônica, inclusive das agrovilas, foi um fracasso, principalmente devido à baixa compreensão das condições ecológicas e os inadequados planejamentos, informações aos colonos, modelos de uso da terra e facilidades de mercado.

Miranda Neto (2016, p. 121) afirma que “a construção da rodovia BR-230 e o processo de colonização dirigida inauguraram uma nova fase para a região do Xingu, especialmente marcada pela alteração do modelo econômico que até então se praticava naquela área”. Reforça, ainda, que a base produtiva fundamentada na relação entre o homem e a floresta perde visibilidade em função da emergente necessidade de o governo equilibrar a balança comercial.

Neste ponto, os centros urbanos na Amazônia mais comuns eram as pequenas cidades, associadas, frequentemente, à circulação fluvial, com predominante relação dinâmica com a natureza e com a vida rural não moderna e com forte relação com seu entorno (TRINDADE JR. 2010, p. 117).

Até 1974, com a implantação da Rodovia Transamazônica a estratégia do governo foi de atrair mão de obra para a construção de grandes obras de infraestrutura com projetos de colonização ao longo das estradas, entretanto, a partir deste ano a lógica passou a ser a de instalação de polos de crescimento, orientados ao investimento de capital internacional privado nas mais variadas áreas de atuação. (GONÇALVES, 2012; KOHLHEPP, 2002, p.39)

É neste contexto que o Decreto nº 74.607/1974 institui o projeto POLAMAZÔNIA com o objetivo de desenvolver 15 polos de crescimento em pontos estratégicos da região Amazônica, dentre os quais o Polo Altamira, definido como polo agropecuário, onde o capital privado seria responsável pelo desenvolvimento dos projetos estratégicos e o capital público garantiria a infraestrutura incentivos necessários à permanência destes negócios (MIRANDA NETO 2016, p. 121).

Figura 1 – Mapa de polos de desenvolvimento na Amazônia Brasileira, 1974



Fonte: Gonçalves (2012).

Este modelo de desenvolvimento findou por ampliar as disparidades do desenvolvimento inter e intrarregional, tendo em vista que os projetos de exploração mineral e de infraestrutura tornaram as cidades menores dependentes das cidades (KOHLHEPP, 2002, p.38). As cidades centro, principalmente, passaram a se articular em função das demandas externas à região, servindo como polos logísticos de exportação, agora pouco ligados à natureza, tendo sofrido, para seu desenvolvimento, ao menos um surto econômico (TRINDADE JR. 2010, p. 118; BECKER, 2013, p. 45).

Becker (2013, p. 45-47) afirma que nessas cidades centrais a maioria dos empregos formais está diretamente relacionado aos funcionários públicos, de forma que as cidades não conseguem ofertar serviços de qualidade para o atendimento público da população mais carente, principalmente daquela que se encontra em pequenos aglomerados há quilômetros de distância da cidade formal com serviços de educação, saúde e assistência social.

Ao avaliar a urbanização da Amazônia Legal, SANTOS (2016, p. 274) demonstra que o índice de urbanização, porcentagem da população total que está instalada em área

urbanizada, passou por vultuosos saltos em função das ações adotadas pelo governo, passando de um índice de urbanização de 28,3% em 1950, período da borracha, para 52,4% em 1980, após PIN e Projeto Polamazônia, e chegando, por fim, a 62,35% em 1996, durante o desenvolvimento de grandes projetos.

## **1.2 Projetos de Mineração e Hidroelétricos na Amazônia Brasileira**

A abertura da Amazônia pelo Governo ao capital privado, nacional e internacional sob o pretexto de trazer o desenvolvimento para a Amazônia se deu pela implementação de megaprojetos iniciados pelo Projeto Polamazônia e com sequência no desenvolver dos anos 1980.

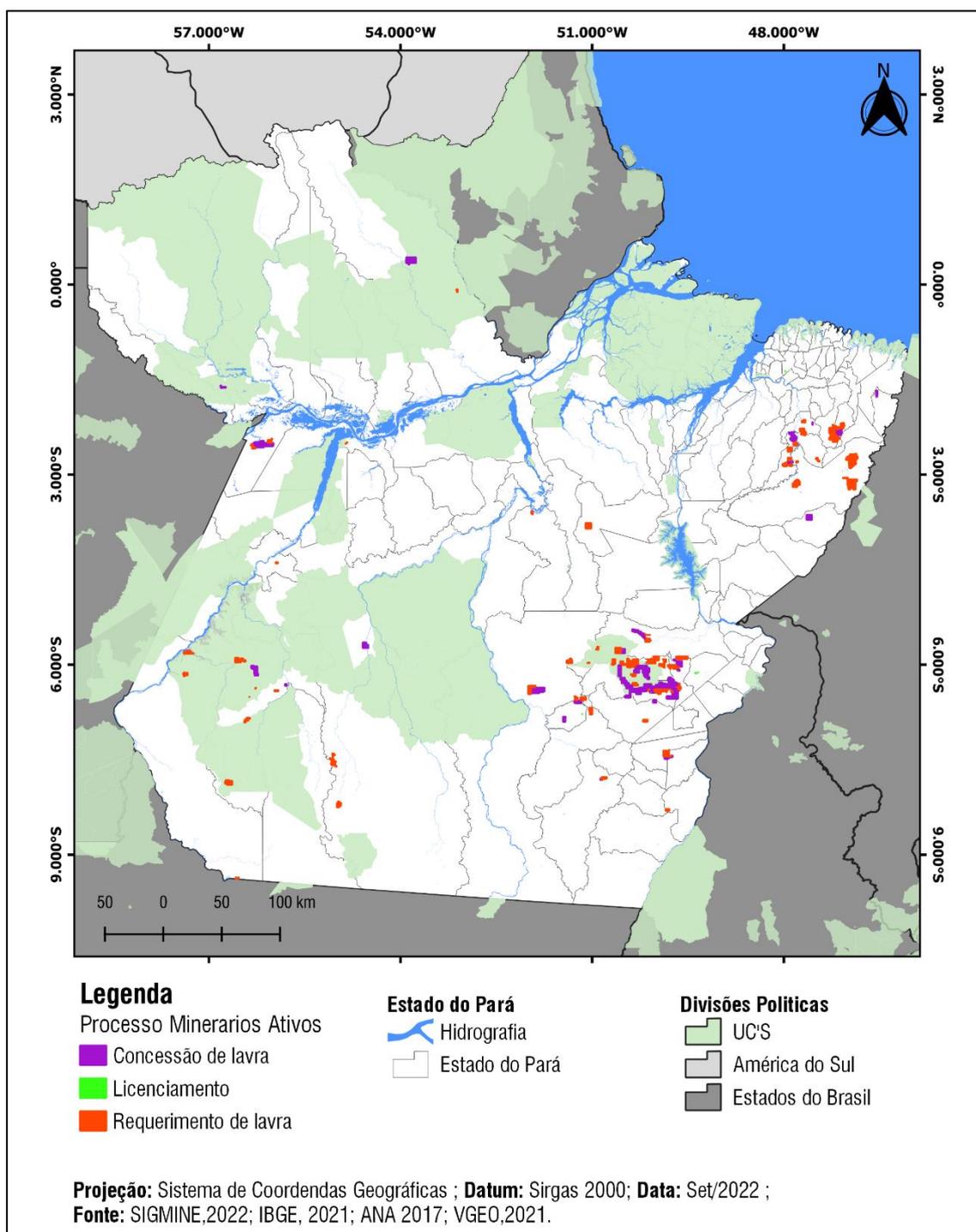
Gonçalves (2012) detalha que houve, nesta época, mudança do padrão de natureza e composição dos minérios explorados na Amazônia, que passaram da exploração por garimpeiros de ouro, diamantes e cassiterita para a exploração, por grandes empresas, de minérios de ferro, cobre, ouro, caulim e bauxita com o apoio de capital estrangeiro e nacional.

A geração de energia foi uma tarefa assumida pelo estado (GONÇALVES, 2012) e serviria, principalmente, para viabilizar, junto às isenções fiscais, os empreendimentos minero-metalúrgicos na região.

Um dos principais programas executados no estado do Pará foi o Programa Grande Carajás, para extração mineral o qual necessitou de megaobras acessórias como construção de estradas, ferrovia da mineração, porto, a UHE Tucuruí, com capacidade para 4.000 MW, e rede de transmissão elétrica, para os quais um dos altos preços pagos foi o da destruição da floresta e degradação socioecológica. (KOHLHEPP, 2002, p. 42).

A Figura 2 apresenta os projetos alguns dos projetos minerários atuais no estado do Pará, referentes aos projetos de exploração de minério de alumínio, ouro, caulim, cobre, ferro e manganês, para as fases de concessão (operação permitida), licenciamento (estudos para operação) e requerimento de lavra (aguardando autorização para operação).

Figura 2 – Mapa de Projetos Minerários no Pará



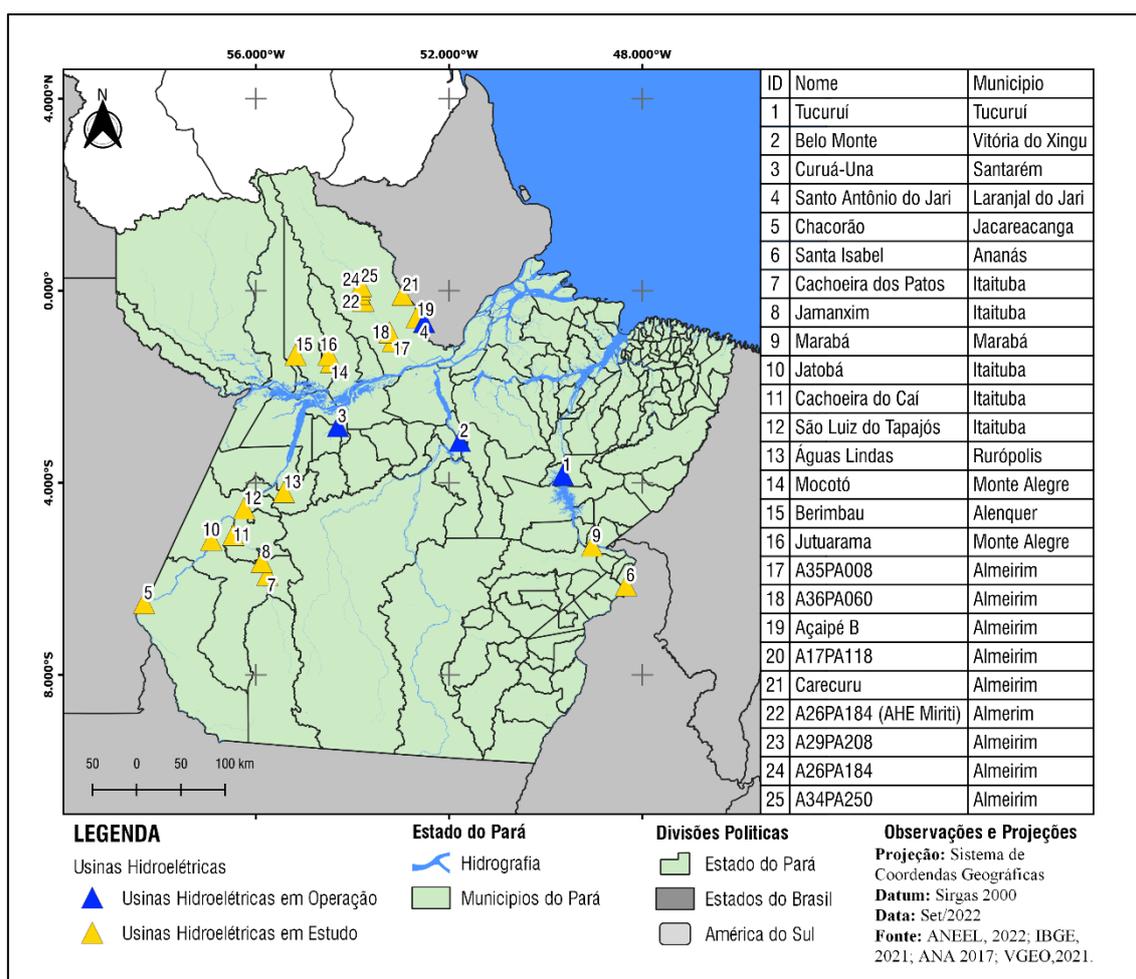
Fonte: SIGMINE (2022).

Para a região de Altamira, o Governo estudava a implantação do complexo hidrelétrico de Kararaô, na Volta Grande do Xingu, o qual inundaria grande parte da cidade de Altamira e da terra indígena Paquiçamba. Em 1989 ocorreu na cidade o 1º Encontro das

Nações Indígenas do Xingu, resultado do movimento de organizações sociais, que resultou na reavaliação do projeto pelo governo (UMBUZEIRO e UMBUZEIRO, 2012).

Após revisão do projeto original, o qual reduzia a área de impacto de formação do lago da UHE que passou a se chamar Belo Monte, com capacidade para 11.233 MW, o projeto foi viabilizado e entrou em vias de execução. De forma a traçar um panorama geral dos projetos de Usinas Hidrelétricas no estado do Pará, apresentamos a Figura 3 com os projetos implantados e em estudo.

Figura 3 – Mapa de Projetos de Aproveitamento Hidrelétrico no Pará



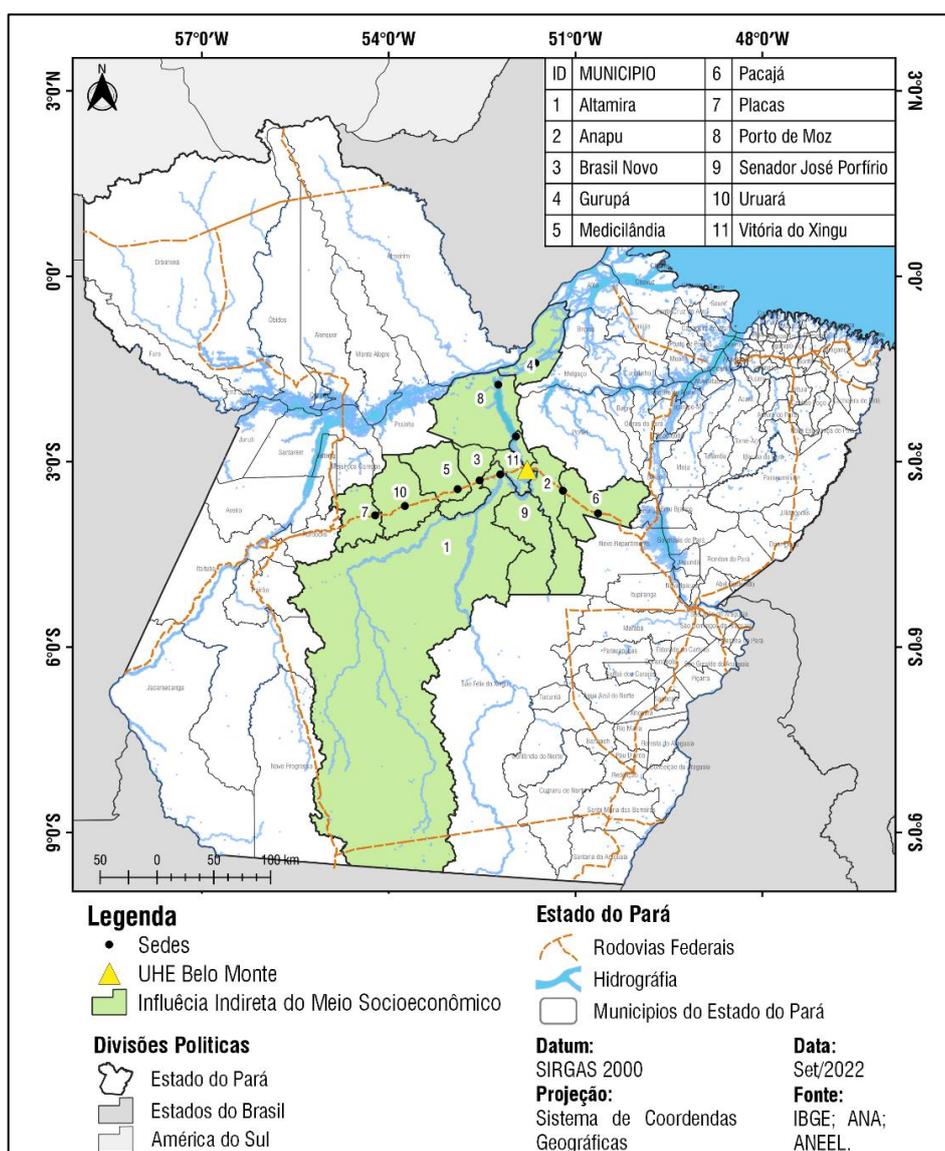
Fonte: ANEEL (2022).

De acordo com o Estudo de Impacto Ambiental – EIA da UHE Belo Monte o município de Altamira faz parte da Área Influência Indireta – AII do projeto, juntamente com mais 10 municípios, no que faz referência à impactos socioeconômicos e culturais. A AII deveria receber projetos de infraestrutura e fortalecimento institucional, principalmente

das prefeituras em relação à administração municipal, correspondendo a interferências nas paisagens locais.

A Figura 4 apresenta a Área de Influência Indireta do eixo socioeconômico e cultural da UHE Belo Monte, destacando que a cidade de Altamira é onde está instalada a Sede Administrativa da empresa gestora da UHE Belo Monte, tendo sido a cidade que recebeu maioria do contingente populacional durante o período de construção da obra, tendo em vista ser o único centro urbano dotado de representação dos órgãos da Administração Estadual e Federal, bem como pela representadas das principais instituições bancárias do país, bem como infraestrutura de transporte terrestre e aéreo.

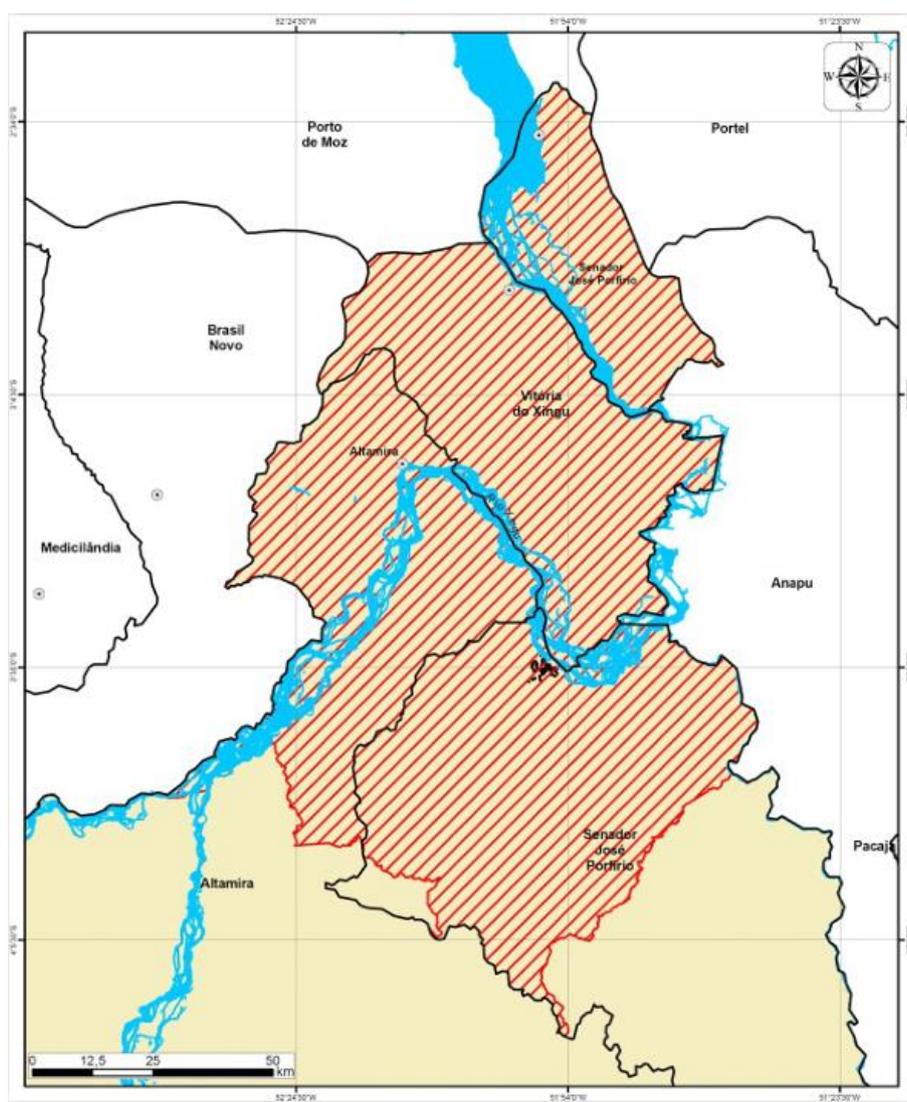
Figura 4 – Mapa da AII socioeconômica e cultural da UHE Belo Monte



Fonte: Eletrobrás (2009)

Outro projeto com capacidade de influenciar alterações na paisagem local da cidade de Altamira de forma indireta é o Projeto de Mineração Volta Grande, empreendido pela Belo Sun Mineração. O EIA do projeto delimita uma área de interferência socioeconômica capaz de abranger 3 (três) sedes municipais, dentre as quais Altamira, que, conforme citado anteriormente, é uma cidade polo de sua região de influência e que abriga as representações das demais esferas da administração pública, sendo, portanto, o local escolhido para instalação da sede administrativa do empreendimento.

Figura 5 – Mapa da AII socioeconômica e cultural da Projeto Minerário Volta Grande



Fonte: Belo Sun (2012)

### **1.3 A Região Hidrográfica enquanto Unidade de Planejamento Territorial, da Amazônia à cidade de Altamira**

A década de 1970, conforme evidenciando na seção anterior, foi marcada, principalmente na Amazônia, pela implantação de projetos de desenvolvimento e pela intenção de integração/uso do território de floresta ao cenário nacional existente, perpassando para o cenário de ampliação do uso e extração dos recursos naturais por meio dos projetos de mineração e aproveitamento hidroelétrico.

Gusmão e Pavão (2019, p. 62) afirmam que “a década de 1970 pode ser tomada como o limite temporal a partir do qual se multiplicam os marcos legais e arranjos institucionais com funções relacionadas, em maior ou menor medida, à questão da proteção da natureza”.

Dadas as pressões internacionais, principais fonte do capital investidor do novo modelo de desenvolvimento da região, pela regulação do meio ambiente, o governo promulga, no início da década de 1980, em meio ao aquecido projeto Carajás e UHE Tucuruí, a Política Nacional de Meio Ambiente – PNMA, Lei no 6.938/1981.

Um dos principais pontos desta legislação foi o de estabelecer as bases de uma regulação sistêmica do acesso/uso dos recursos ambientais, definir o meio ambiente como patrimônio público, a figura do poluidor/usuário-pagador, o valor intrínseco da natureza, a garantia de um ambiente para as gerações futuras e a participação social no processo de formulação de políticas ambientais (GUSMÃO e PAVÃO, 2019, p. 63).

A PNMA apresenta no Art. 2º. os objetivos do novo marco legal em relação ao saneamento, destacando a “preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana” (BRASIL, 1981, Art. 2º.)

Mais tarde, a Constituição Federal de 1988 traria um capítulo dedicado ao Meio Ambiente, no qual descreve no Art. 225. que “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

O mesmo dispositivo legal, incorporou, ainda, os conceitos da PNMA, reforçando o conceito do poluidor/pagador e as sanções legais e administrativas, e, no § 4º do art. 225 descreve que: “a Floresta Amazônica brasileira [...] são patrimônio nacional, e sua utilização

far-se-á, na forma da lei, dentro de condições que assegurem a preservação do meio ambiente, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais”.

Seguindo a linha de atualização das regulamentações, outras duas importantes legislações sofreriam alteração, o Código das Águas de 1934 e o Código Florestal de 1965. Gusmão e Pavão (2019, p. 63) analisam que o Código das Águas de 1934 foi estabelecido com vistas à exploração dos recursos hídricos, na perspectiva de transição para uma sociedade urbana a com esforços à eletrificação da sua matriz energética e de industrialização da sua economia.

Desta forma, em 1997, a Lei 9.433/1997, Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH, aponta, em seus fundamentos que a bacia hidrográfica é a unidade territorial para sua implementação (Brasil, 1997, Art. 1º, inciso V) e em suas diretrizes, que a gestão dos recursos hídricos deve ser integrada com a gestão ambiental (Brasil, 1997, Art. 3º, inciso III).

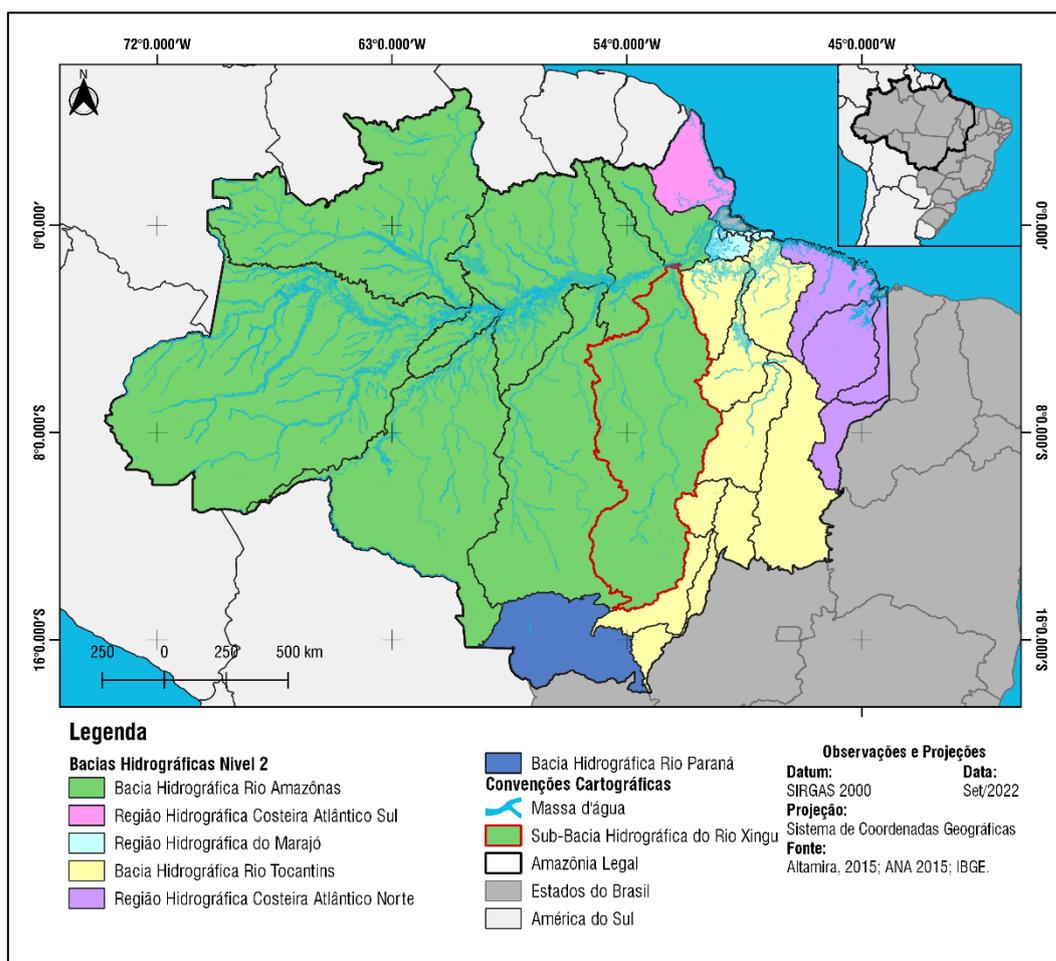
A Figura 6 demonstra a divisão hidrográfica do Brasil e das respectivas sub-bacias, com ênfase para a sub-bacia do Rio Xingu, onde está localizada a área de estudo.

Dada a bacia hidrográfica ser, para além de uma unidade de planejamento, uma delimitação física do território em função dos divisores de águas, este permite analisar de forma sistêmica, elementos, fatores e relações ambientais, sociais e econômicos a partir contextos internos e externos. (CARVALHO, 2020, p. 141).

A PNRH aponta que a gestão das bacias hidrográficas deve ser realizada pelos comitês de bacia, formados de forma participativa com da administração pública e sociedade se constituindo de instâncias deliberativas regionais, que funcionam como espaço de articulação entre as diversas partes interessadas no uso e proteção dos recursos hídricos locais. (BRASIL, 2007, p. 38-40)

O Estado do Pará instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos e institui o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos de acordo com a lei ordinária nº 6.381 de 27 de julho de 2001. Entretanto, apesar de integrar as leis paraenses e da criação da Divisão Hidrográfica Estadual, em 2008, nenhum dos instrumentos planejados havia sido efetivamente implantado (BORDALO, 2019 p. 48).

Figura 6 – Mapa da divisão hidrográfica da Bacia Amazônica



Fonte: Adaptado de ANA (2007)

Nas legislações posteriores à PNRH, que versam a respeito da regulamentação do uso e acesso a recursos naturais, o planejamento seria integrado ao planejamento da bacia hidrográfica, a exemplo da Política Nacional de Saneamento Básico, Lei 11.445/2007, que estabelece que o no planejamento de Planos de Saneamento, estes deverão ser compatíveis, dentre outros fatores, com a os planos de bacias hidrográficas (BRASIL, 2007, Art. 19. § 3º), tendo em vista o uso dos recursos hídricos como fonte de captação para uso, lançamento de efluentes tratados e destinação final de manejo de águas pluviais.

Semelhantemente a Lei 12.651/2012, Novo Código Florestal Brasileiro, estabelece que o manejo de solo e água nas Área de Preservação Permanente – APP, urbanas ou rurais, devem adotar práticas sustentáveis e estar de acordo com os planos de bacia. (BRASIL, 2012, Art. 4º, § 6º, inciso II e § 10), bem como a destinação da reserva legal deverá levar em consideração o plano da bacia hidrográfica (BRASIL, 2012, Art. 14, inciso I).

## **2 ECOLOGIA DA PAISAGEM E ANÁLISE SISTÊMICA EM GEOGRAFIA**

### **2.1 Análise Integrada em Geografia**

#### **2.1.1 A PAISAGEM**

O estudo da paisagem é um ramo da ciência geográfica que merece atenção, pois é através dela que poderemos chegar a conhecer a estrutura da superfície terrestre que nos é mostrada constituindo grupos integrados desde os fatores bióticos e abióticos aos elementos socioeconômicos criados pelo homem (BOLÓS, 1981, p. 64).

Fazendo um retorno aos clássicos, Bertrand (1995, p. 44) afirma que “a paisagem deve ser recolocada no seio da sociedade, onde a cultura e a sensibilidade interferem nas questões socioeconômicas e ecológicas, principalmente aquelas relacionadas à gestão ambiental e ao ordenamento do território”.

De acordo com o pensamento de Maurice Godelier, a paisagem se apresenta de tanto como materialidade do ambiente por si só, como também pela significação que adquire por meio do uso e representação social à qual está relacionada, dando dimensão material ao território (BERTRAND, 1995).

Segundo Amorim (2013, p. 1), “as relações sociedade x natureza apreendida principalmente após a segunda metade do século XX, considera que o ambiente é produto de uma relação dialética, sistêmica e complexa”. Esta análise vai além dos padrões matemáticos de simples soma, referindo-se à análise das interações e interrelações entre as partes, nos seus fluxos de matéria, energia e informação no espaço-tempo (AMORIM, 2013).

A paisagem, portanto, é o resultado da “dinâmica físico-natural e a produção social do espaço, como elementos sistêmicos e integradores” (ARAÚJO, 2019, p. 30). Tendo em vista que o presente estudo aborda o conceito de paisagem de um ponto de vista do ordenamento territorial urbano-ambiental, concordamos com o entendimento de Araújo (2019) quando aborda o conceito definido por Metzger (2001, p. 4) como o “conjunto de unidades naturais, modificadas ou substituídas por ação antrópica, que compõe um intrincado, heterogêneo e interativo mosaico”.

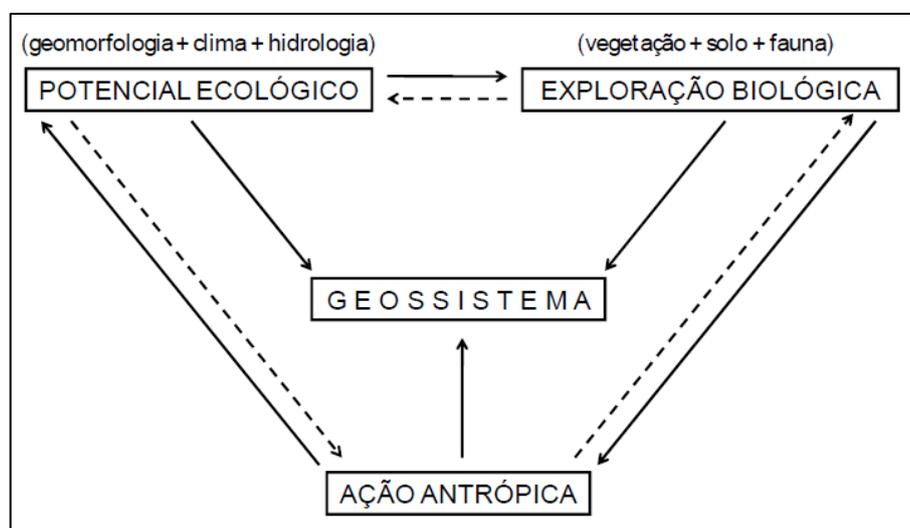
Definido o conceito de paisagem para a geografia e para o presente trabalho, nos cabe, agora, discorrer a respeito de como esta seria avaliada com o objetivo de anteder às perguntas da presente pesquisa. Um olhar para a análise por meio de sistemas se faz necessário.

## 2.1.2 A VISÃO SISTÊMICA

Bertalanffy (1975, p. 63-64) propõe que a análise da paisagem deve ser realizada de forma integrada a outras ciências e afirma que os sistemas, em geografia, devem ser considerados integrados ao seu ambiente, se constituindo de sistemas abertos, nos quais o balanço de força e matéria transcende os limites físicos definidos, com uma tendência no sentido da integração nas várias ciências, naturais e sociais centralizadas no que chamou de Teoria Geral dos Sistemas.

Em 1971 Bertrand publicou um ensaio metodológico da avaliação da paisagem com base na premissa da avaliação holística de um cenário em constante evolução, afirmando, ainda, que é necessário trabalhar com interdisciplinaridade para conhecer a fundo um mesmo local a partir de várias concepções científicas, ao qual denominou geossistema, conforme Figura 7.

Figura 7 – Esquema do método de estudo de geossistemas



Fonte: Bertrand (1971, p. 13)

Deste modo, Bertrand conceitua geossistema como uma categoria espacial de componentes relativamente homogêneos, cuja estrutura e dinâmica resultam da interação entre o potencial ecológico, a exploração biológica e a ação antrópica. Podemos entender o geossistema como uma categoria de sistemas territoriais regido por leis naturais, modificados ou não pelas ações antrópicas. (PISSINATI e ARCHELA, 2009, p 8).

Para esta avaliação a paisagem deve ser situada no tempo e no espaço, visto que, por se tratar de sistema não delimitado, cabe ao pesquisador a definição dos limites de observação.

Outros autores propõem outra leitura da paisagem e do território para análises em geografia, a exemplo de Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017, p. 31) que sistematizam a paisagem em duas categorias de análise, a local, diferenciadas e agrupadas pela sua semelhança e repetição; e a regional, separadas pela sua individualidade e originalidade.

### 2.1.3 A QUESTÃO AMBIENTAL

Cabe à geografia na atualidade o profundo questionamento relativo à forma de avaliar as novas dimensões do espaço e os graves problemas sociais e ambientais que se materializam na superfície terrestre (MENDONÇA, 2001, p. 1).

A este respeito Candiotto (2013, p. 134) afirma que o debate sobre o meio ambiente deve envolver as dimensões natural e social, conjuntamente, visto que se trata dos elementos dos meios físico (geologia, relevo, clima, solos, hidrografia) e biológico (plantas, micro e macro fauna), originários da natureza, mas também aos objetos técnicos criados e desenvolvidos pelo homem.

O conceito de meio ambiente para Candiotto (2013, p. 134), assim como o de espaço geográfico, incorpora a dinâmica social decorrente do uso dos elementos da natureza como recursos e da degradação ou preservação provocada pelos usos que a sociedade faz dos ecossistemas.

Deste modo, conforme apresentado por Perez Filho e Seabra (2004), “a Geografia não pode ficar alheia à problemática ambiental, mas sim contribuir através do desenvolvimento de metodologias de pesquisa que permitam um planejamento ambiental integrado do espaço”.

Souza e Oliveira (2011, p. 43) defendem que a análise ambiental tem por finalidade ser um instrumento de gestão de recursos naturais visando a proteção dos sistemas ambientais e que esta análise deve partir de um conhecimento integrado de assuntos unemáticos (geológica, geomorfológica, climatológica, hidrológica, pedológica e fitoecológica) dos quais a combinação mútua permite uma concepção sistêmica do meio.

Os sistemas ambientais se traduzem como a espacialização e interação dos fenômenos terrestres quando envolvidos por seus elementos constituintes e influenciados pela interação destes (ARAÚJO, 2019, p. 35). O sistema ambiental pode ser dividido em três

conjuntos diferentes definidos por uma série de agentes e processos, sendo estes o Sistema Geomorfológico, a Dinâmica Biológica e o Sistema de Exploração Antrópica (BERTRAND, 1968, p. 148).

Esta abordagem, conceituada por Bertrand como Geossistema, e de outras formas por outros pesquisadores contemporâneos e de outras escolas de geografia, passou a utilizar a análise da conexão da natureza com a sociedade, exprimindo os fatores sociais e econômicos, se tornando cada vez mais utilizada como ponto de partida para a análise ambiental integrada por diversos pesquisadores. (ARAÚJO, 2019, p. 41).

A análise integrada da paisagem se constitui em uma visão holística da relação sociedade/natureza por meio de realidade sistêmica baseadas numa compreensão integrada dos componentes da paisagem (ALMEIDA, 2014, p. 39), na qual é fundamental a identificação, classificação e espacialização para uma interpretação sistêmica do com o objetivo aperfeiçoar o planejamento do território de forma a entender a dinâmica, a integração e a interação dos elementos da paisagem (MASCARENHAS, 2006, p. 31).

Segundo Almeida (2014, p. 39) a análise integrada é fundamental para planejamento tendo em vista que avalia as consequências da intervenção humana nos sistemas biogeofísicos em busca de uma noção de totalidade.

[...] é importante destacar a elaboração de estudos geológicos, geomorfológicos, hidrológicos, pedológicos, climatológicos, fitogeográficos e de uso da terra, na tentativa de se construir uma análise integrada, conduzindo a delimitação e a caracterização das unidades geossistêmicas e das unidades da paisagem que apresentam maior ou menor fragilidade ambiental frente às intervenções humanas. (ALMEIDA, 2014, p. 40)

A perspectiva sistêmica orienta as análises pertinentes ao subsistema ambiental-físico, um componente do sistema maior, o Espaço Geográfico. É de vital importância ressaltarmos que, os geossistemas sofrem a interferência do sistema socioeconômico, modificando processos e fluxos de matéria e energia, repercutindo inclusive nas respostas da estruturação espacial geossistêmica. Assim, os seres humanos vão se inserindo como agente que influencia nas características visuais e nos fluxos de matéria e energia, modificando o “equilíbrio dinâmico” dos Geossistemas. (PEREZ FILHO e SEABRA, 2004, p. 5)

Candiotto (2013, p. 141) afirma que o homem altera o equilíbrio dinâmico da natureza limitando, assim, a capacidade de resiliência dos sistemas físico-ambientais por meio da exploração dos recursos e produção de resíduos.

Reforça-se, assim, a visão buscada por este trabalho de analisar a paisagem local como fruto do potencial ecológico explorado pela demanda biológica, inclusive o homem, e alterada pelo uso antrópico em um dado cenário espaciotemporal na qual se pode identificar a ação de lógicas socioculturais.

Um outro fator a ser evidenciado nesta discussão diz respeito aos fragmentos de floresta nativa encontradas, objeto de análise desta pesquisa. Pereira, Kudo e Silva (2018, p. 1) conceituam fragmentos florestais urbanos como pontos isolados de cobertura vegetal arbórea incrustados em uma matriz antropizada e considerado recursos estratégicos para a melhoria da qualidade de vida nas cidades. Os autores descrevem, ainda, as funções realizadas pela vegetação em área urbana desde físicas até biológicas, apresentando da seguinte forma:

[...] as plantas agem purificando o ar pela fixação de poeiras e materiais residuais e pela fixação de carbono atmosférico através da fotossíntese; regulam a umidade e a temperatura do ar; mantêm a permeabilidade, fertilidade e umidade dos solos e os protegem contra a erosão; reduzem os níveis de ruído servindo como amortecedor do barulho das cidades; melhoram o microclima da cidade pela geração de sombra e redução da velocidade do vento; e propiciam abrigo para a fauna, dentre outras funções (PEREIRA, KUDO e SILVA 2018, p. 1).

Embora seja notável e desejável o conforto e benefícios ambientais proporcionados pelas áreas verdes florestadas, Pereira, Kudo e Silva (2018, p. 11) afirmam que a manutenção destas áreas pela sociedade depende de um sentimento de afinidade da população para com esta que pode ser positiva ou negativa.

Quanto aos benefícios destes espaços, Melo *et. al.*, (2011, p. 62), afirma que mesmo reduzidas e isoladas, essas áreas fazem parte de um ecossistema original permitindo sobrevivência e o desenvolvimento de espécies animais e vegetais, além de reduzirem o impacto da urbanização no microclima e escoamento superficial, servindo, por vezes como área de lazer.

Soma-se a este fato o de que no início da produção capitalista das cidades brasileiras e a conseqüente industrialização, do ponto de vista de processo, como definido por Santos (1993), a vegetação passou a ceder espaço para a os elementos construídos, para as novas formas dos meios de produção capitalista, revelando o pouco valor a esta atribuído pela sociedade tendo em vista sua grande disponibilidade (PEREIRA, KUDO e SILVA, 2018, p.11).

Os fragmentos florestais são importantes aliados na manutenção do equilíbrio ecológico, entretanto, por estarem em contato direto com uma matriz de uso antrópico se verificam ameaças a estas formações tais como o isolamento de fragmentos, que dificulta a manutenção de espécies animais e vegetais, bem como a interação entre espécies. (MELO *et. al.*, 2011, p. 64).

Entramos, portanto, na discussão de natureza enquanto ambiente/meio ou enquanto recurso ou simbolismo. A parcela do meio natural apropriado e valorizado pelo homem pode ser apreendida como recurso natural, visto que esta classificação pode mudar para uma mesma entidade natural ao longo do tempo ou para uma diferente sociedade (JASSO, 2016).

Pereira, Kudo e Silva (2018, p. 5) reforçam que a proximidade dos fragmentos florestais resulta em sentimentos de apreço ou desvalorização pela população, relacionados principalmente à sensação de bem-estar ou insegurança, respectivamente. Perez Filho e Seabra (2014, p. 6) afirmam que “o uso da terra não contraria, mas acelera essa dinâmica evolutiva natural da paisagem”, reforçando que as ações sociais no uso e ocupação do território são agentes dinâmicos na manutenção e alteração dos elementos naturais.

## **2.2 Ecologia das Paisagens: Composição e Estruturas**

Tendo por centro do presente estudo a relação do homem com a natureza, das transformações causadas ao meio ambiente por sua presença e modo de vida, bem como da utilização dos recursos da natureza baseado nos diversos interesses e considerando a importância da interpretação e utilização da abordagem sistêmica a fim de buscar os subsídios para compreensão de complexo processo que ocorre no território e na paisagem sob as diversas forças atuantes.

De acordo com Metzger (2001, p. 5-6), A ecologia de paisagens é uma combinação da análise espacial da geografia com um estudo funcional da ecologia com vistas à identificação do efeito do padrão espacial dos elementos constituintes da paisagem nos processos ecológicos em função de uma escala espaciotemporal de observação compatível com dado processo ecológico ou espécie analisada.

A ecologia de paisagens é composta por três tipos de elementos: manchas, corredores e matriz, os quais são a base de comparação entre paisagens distintas. As manchas são superfícies não lineares que se diferenciam da vizinhança predominante, denominada matriz, sendo diferenciada em função dos seus mecanismos de origem em manchas de perturbação,

manchas remanescentes, manchas de regeneração, manchas de recurso ambiental, manchas introduzidas e manchas efêmeras (CASSIMIRO, 2009, p. 103-105).

A análise ecológica da paisagem à luz da geografia nos permite lidar com as modificações estruturais e funcionais trazidas pelo homem ao mosaico da paisagem incorporando as interrelações espaciais de seus componentes naturais e culturais (METZGER, 2001, p.7). Destas modificações podemos tomar especialmente as fragmentações, que consistem na divisão de grandes habitats em parcelas menores, resultando em dificuldades ou impossibilidade de dada espécie manter sua população (CASSIMIRO, 2009, p. 118).

A paisagem pode, portanto, ser quantificada em função de índices ou métricas baseadas na distribuição, forma e arranjo espacial das manchas definindo sua estrutura e complexidade, que potencialmente afetam processos ecológicos e organismos de forma independente ou conjugada, sendo a composição, a qualidade e quantidade de elementos que compõe a paisagem e a configuração, a distribuição física das manchas. (CASSIMIRO, 2009, p. 120)

Conforme Rodriguez et al (2017, p. 115) a maioria dos índices da composição da paisagem são: número e área de componentes, tamanho ou área e quantidade de contornos. Quanto às métricas avaliadas, Cassimiro (2009, p. 120) define que, o isolamento das manchas, dimensão e forma da área interna das manchas, justaposição e distância entre manchas do mesmo tipo ou complexidade da fronteira são métricas capazes de descrever o carácter espacial das manchas, enquanto dimensão média das manchas e densidade das manchas não são realmente espacialmente explícitos.

Conforme Rodriguez et al (2017), o planejamento ambiental está centrado essencialmente na análise sistêmica. A dualidade natureza/sociedade exprime a ideia dos sistemas agindo e interagindo entre si e com cada sendo um composto por seus vários subsistemas encadeados, dinâmicos, fazendo suas trocas de matéria, energia e informações.

### **2.3 Geoprocessamento na Análise Urbana**

Geoprocessamento, para Câmara, Davis e Monteiro (2001),

[...] denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e que vem influenciando de maneira crescente as áreas de Cartografia, Análise de Recursos

Naturais, Transportes, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e Regional. (CÂMARA, DAVIS E MONTEIRO, 2001)

Desta forma, utilizar computadores como instrumentos de representação de dados espacialmente referenciados, o estudo, e a implementação de diferentes formas de representação computacional do espaço geográfico constituem a Ciência da Geoinformação. (CÂMARA, DAVIS e MONTEIRO, 2001). Moura (2003, p. 18) expõe que um SIG “permite a extração seletiva de variáveis e acompanhamento das variações ambientais (monitoria). [...] A pesquisa ambiental é, por natureza, de caráter ideográfico, pois as situações ambientais são únicas no tempo e no espaço”.

No que diz respeito à aplicação do geoprocessamento nas análises ambientais, Câmara, Davis e Monteiro (2001) afirmam que:

Na perspectiva moderna de gestão do território, toda ação de planejamento, ordenação ou monitoramento do espaço deve incluir a análise dos diferentes componentes do ambiente, incluindo o meio físico-biótico, a ocupação humana, e seu inter-relacionamento. (CÂMARA, DAVIS E MONTEIRO, 2001 p. 289).

Os autores expõem ainda, que relacionado aos estudos ambientais, previstos por lei, o impacto do uso da tecnologia de Sistemas de Informação Geográfica é fortemente observado nas ações de mapeamento temático, diagnóstico ambiental, avaliação de impacto ambiental, ordenamento territorial e os prognósticos ambientais.

Uma das principais contribuições metodológicas do geoprocessamento à pesquisa cartográfica é, certamente, a possibilidade de implementar processos de análise que, quando trabalhados somente em termos conceituais, aparentavam ser muito complexos. Estes processos são a abordagem e a análise sistêmica [...]. (MOURA, 2003, p. 49).

Para Moura (2003, p. 51), o objetivo de um SIG é a análise de dados espaciais de modo que resulte em ganho de conhecimento sobre a realidade em foco, e para tal a abordagem sistêmica deve ser empregada em sua montagem. Análise sistêmica nada mais é que analisar os eventos e o meio em questão como um sistema integrado, onde são levados em consideração os objetos, estados destes objetos e a relação entre ambos.

Os processos naturais ou antrópicos são, de certa forma, controlados pela organização espacial da paisagem, a qual está em perpétua mutação e que pode ser convenientemente explicada como um arranjo de elementos que se pode representar de forma matricial (SOARES-FILHO et al., 2014, p. 2).

De forma a nos aproximarmos da operacionalização do SIG são elaborados modelos de simulação que segundo Araújo (2019, p. 51) oferecem uma visão de possibilidades para auxílio ao processo de tomada de decisão tendo como enfoque a previsão e a simulação de alterações espaciais nos contextos ambiental, rural e/ou urbano.

Soares-Filho et al., (2014, p. 1) afirma que em um processo de simulação é modelada, em ambiente computacional, a dinâmica de um sistema que opera por meio de processos de troca de materiais, energia, informação e espécies/estados entre os componentes ou elementos do sistema, permitindo a troca ágil de informações entre um grupo de pessoas independente da complexidade do sistema. Afirma ainda que: “Uma especial classe de modelos de simulação é representada pelos modelos espaciais ou modelos de paisagem, que simulam mudanças dos atributos do meio ambiente através do território geográfico” (SOARES-FILHO et al., 2014, p. 2).

Rocha, Borges e Moura (2016, p. 25) salientam que há diversos trabalhos que embasam o uso de métricas de paisagem aplicadas à cobertura vegetal, mas que, no entanto, utilizar a mesma lógica aos estudos urbanos é algo novo, analisando os fragmentos de forma adaptada às especificidades do uso e ocupação do solo, sobretudo se consorciadas aos fragmentos da vegetação.

A aplicação de métricas da paisagem associadas a SIG pode fornecer aos gestores urbanos a possibilidade de entender as alterações sofridas na estrutura da paisagem, de forma a atuarem no reordenamento socioambiental do espaço urbano (BARROS, 2018, p. 429).

As métricas tradicionais da fragmentação florestal são as métricas: de área, básicas para a análise da paisagem; de densidade, tamanho e variabilidade, que descrevem a configuração da paisagem; de borda, importantes para reduzir a área efetiva do fragmento, afetando a dinâmica populacional de determinadas espécies e alterando as condições internas do fragmento; e de forma que permitem uma análise da vulnerabilidade dos fragmentos e das relações entre fragmentos (BRAGA, et. al., 2018, p. 145).

O processo de análise de alguma variável denota necessidade de tomada de decisão a respeito do referido processo e no que se refere a tomada de decisão, a mesma pode ser entendida como uma escolha realizada por um indivíduo ou entidade sobre determinado assunto.

Em termos gerais, pode-se depreender que o processo decisório consiste no desencadeamento das ações realizadas no decorrer de um estudo, plano ou projeto que envolvam a possibilidade de escolha por um ou outro direcionamento dado no

quadro das opções existentes. A decisão final pode vincular-se, assim, a somatória das decisões tomadas ao longo dos procedimentos realizados, ou somente a partir das conclusões finais tiradas de ações estatísticas concebidas no processo. [...]. (FITS, 2008).

Há duas linhas de pensamento relacionadas ao processo de tomada de decisão, culminando em dois métodos de apoio. Segundo Fits (2008), no pensamento racionalista o objetivo final é a construção de uma solução ótima, aquela que descreve da melhor forma a realidade trabalhada e na qual somente o responsável pela tomada de decisão, direciona os procedimentos; no pensamento construtivista o enfoque é dado ao apoio à decisão, descrito como atividade inserida no processo decisório onde o facilitador direciona os procedimentos por meio de uma metodologia que vá de encontro as dúvidas e necessidades dos decisores, constitui um processo mais participativo aos demais profissionais envolvidos.

De acordo com Câmara, Davis e Monteiro (2001), “Thomas Saaty propôs, em 1978, uma técnica de escolha baseada na lógica da comparação pareada. Neste procedimento, os diferentes fatores que influenciam a tomada de decisão são comparados dois-a-dois, e um critério de importância relativa é atribuído ao relacionamento entre estes fatores” [...]. A escala de valores para comparação é demonstrada no quadro 5.

A técnica AHP, Processo Analítico Hierárquico é descrita por Câmara et al (2011) como uma teoria com base matemática capaz de organizar e avaliar a importância relativa entre critérios e medir a consistência dos julgamentos por meio da estruturação de um modelo hierárquico e um processo de comparação pareada entre dois critérios (CÂMARA, DAVIS e MONTEIRO, 2001).

### **3 METODOLOGIA**

Neste capítulo é apresentada a caracterização da área de estudo, bem como os materiais e metodologia de análise utilizada na presente pesquisa.

#### **3.1 Localização e contextualização da área de estudo: Altamira, uma cidade média na Amazônia**

Inicialmente vamos apontar a área de estudo onde o presente trabalho está sendo desenvolvido.

Altamira é um município no interior do estado do Pará, incrustado no bioma amazônico, localizado à margem esquerda do Rio Xingu, sendo categorizada como centro Sub-Regional A na região geográfica imediata de Altamira, representada por 07 (sete) município, sendo Altamira Uruará, Medicilândia, Brasil Novo e Anapú, no eixo da BR-230, Rodovia Transamazônica, Vitória do Xingu, no eixo da PA-415 e Senador José Porfírio, por acesso fluvial pelo Rio Xingu.

Altamira conta com 159.533,306 km<sup>2</sup> de extensão territorial e uma população estimada em 117.320 habitantes segundo o IBGE (2021), distribuídos no seu distrito sede, que recebe o mesmo nome, nos distritos de Castelo de Sonhos e Cachoeira da Serra, e nos assentamentos rurais, terras indígenas e unidades de conservação.

Diante das discussões levantadas pelo presente trabalho, podemos contextualizar Altamira como sendo o palco de diversos acontecimentos decorrentes de ações e planejamento externos que levaram a cidade a experienciar diversas modificações socioculturais, urbanas e ambientais.

Miranda Neto (2016, p. 107), afirma que a cidade de Altamira se estruturou sob influência da produção extrativa do ano de sua fundação, em 1911 até 1967 com fim do ciclo da borracha. A partir de 1972 a região experimentou uma acentuada expansão de sua fronteira urbana em decorrência de projetos estratégicos do governo como o Plano Integrado de Colonização – PIC Altamira e o programa POLAMAZÔNIA (MIRANDA NETO, 2016, p. 131).

O relatório de revisão do Plano Diretor de Altamira, elaborado em 2010 aponta que a cidade vivenciou três momentos históricos marcados por tipologias de assentamentos diferentes, sendo estes: a) o histórico, conduzido espontaneamente pelo início da ocupação urbana, marcado por quadras grandes e lotes estreitos e cumpridos (1911 - 1975); b) o de crescimento posterior, conduzido por parcelamentos públicos, sociais e privados, marcado

por quadras e lotes mais uniformes e menores (1976 - 2010); por fim c) as invasões ou ocupações irregulares, conduzidas pela falta de oferta de lotes acessíveis à população de baixa renda migrante do campo ou outros locais e marcada pela ocupação de áreas impróprias às margens dos córregos urbanos. (ALTAMIRA, 2010, p. 112)

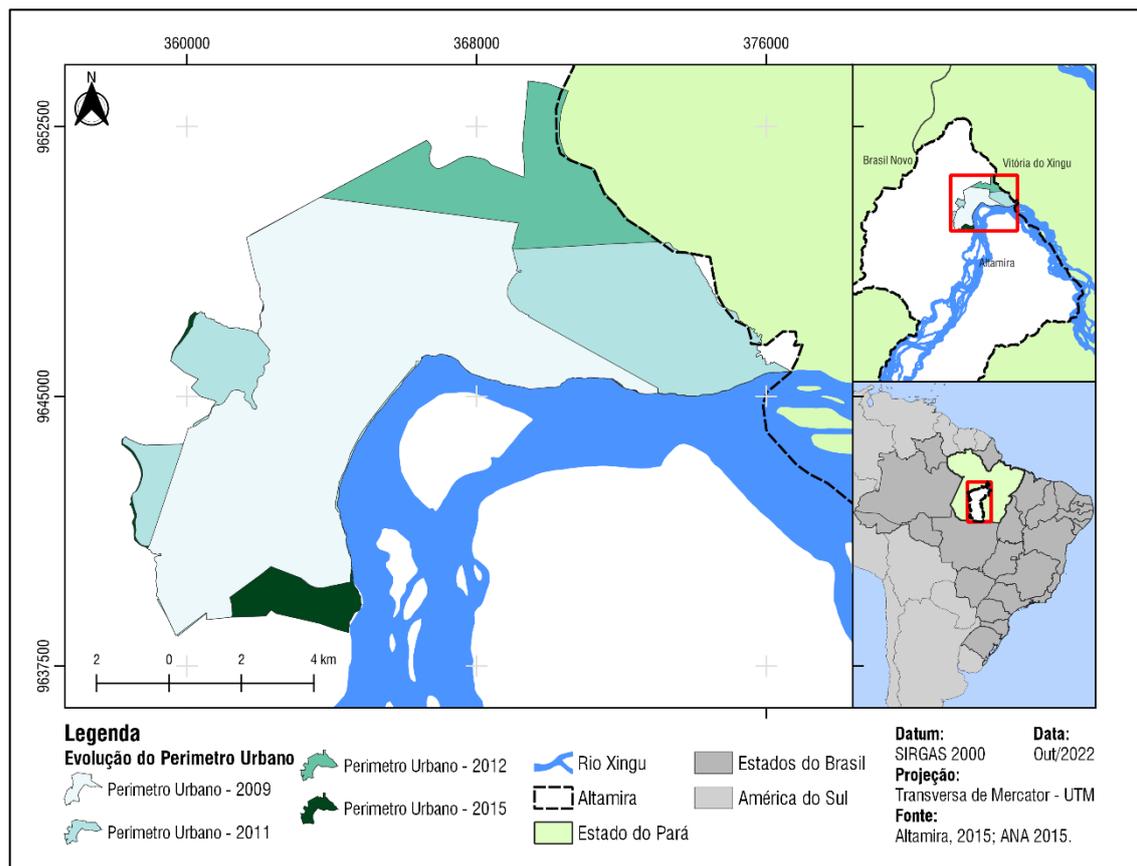
É importante citar que durante este período que vai desde a fundação do município até a elaboração do Plano Diretor, 1911 a 2010, anterior à instalação da UHE Belo Monte, mas marcado por outros vários programas e projetos regionais e nacionais, não é verificada preocupação no centro histórico ou nos parcelamentos particulares e sociais com a manutenção de áreas verdes, tendo em vista o processo de ocupação de entorno de córregos e áreas alagadiças (MIRANDA NETO, 2016, p. 134)

Tal verificação se corrobora no Relatório do Plano Diretor de 2010, versão mais recente, no qual não há menção de áreas verdes ou categoria semelhante nos processos de parcelamento do solo ocorridos, apesar de indicar um contingente de áreas de pressuposto uso como interesse paisagístico e ambiental na sua proposta de zoneamento econômico ecológico (ALTAMIRA, 2010). Podemos abstrair, então, que os fragmentos florestais existentes são caracterizados como áreas que perderam a aptidão rural, mas ainda não foram aproveitadas para uso urbano.

Para restringir a discussão, nos concentraremos nos eventos ocorridos desde a manifestação de licenciamento ambiental da UHE Belo Monte junto ao Ibama no fim da década de 2000.

Tendo em vista os estudos para outorga de Licença Prévia da UHE Belo Monte e que a cidade serviu e serve de centro administrativo e locação de pessoal, expressaremos na Figura 8 a evolução do perímetro urbano da cidade, iniciando no ano de 2009, quando foram apresentados os estudos da AHE Belo Monte para obtenção da LP, bem como da dos estudos para aprovação do Plano Diretor Municipal de 2010.

Figura 8 – Evolução dos perímetros urbanos da sede de Altamira

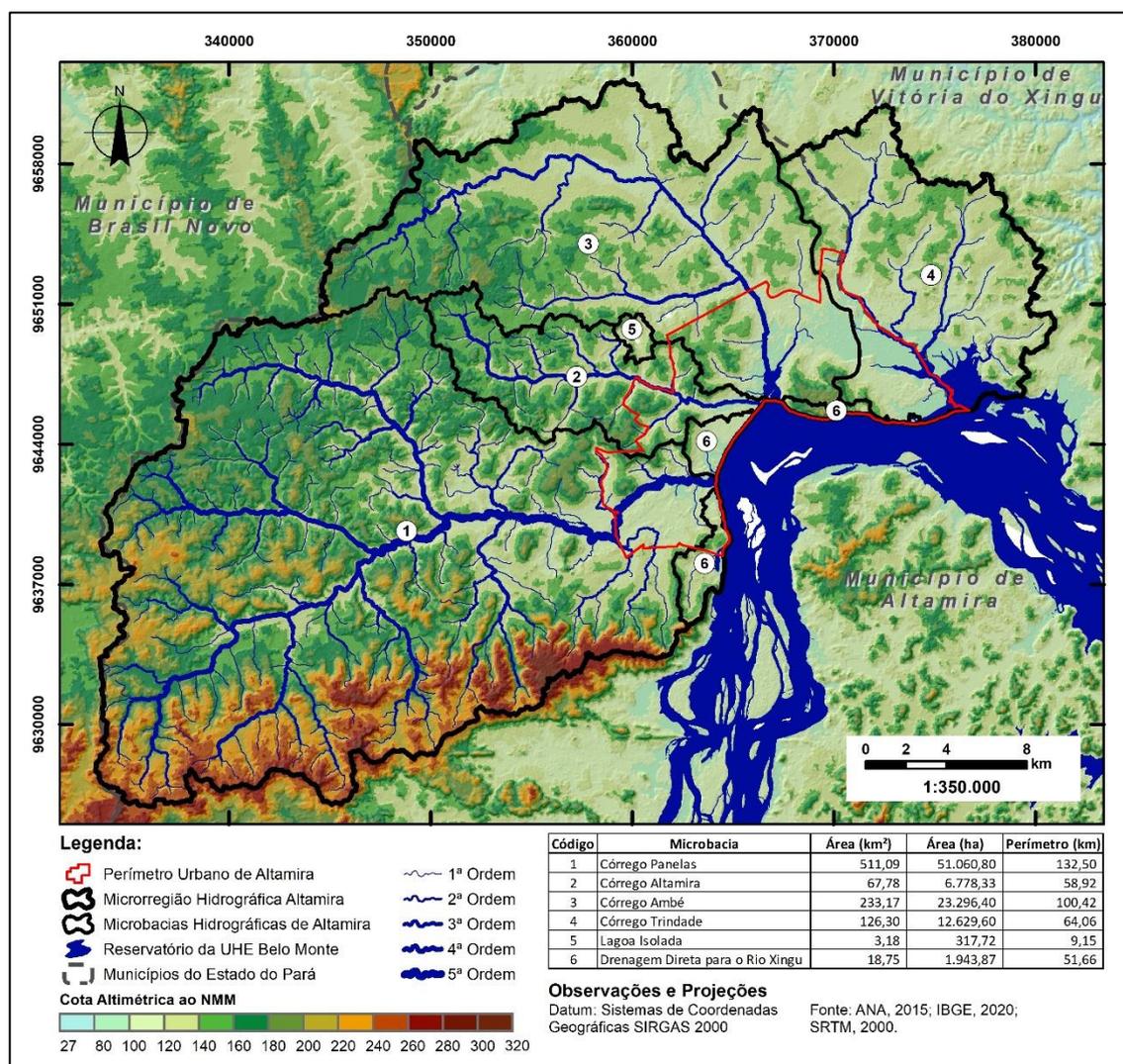


Fonte: O autor (2022)

O perímetro urbano da cidade de Altamira é cortado por três córregos, e delimitado por um quarto corpo hídrico, afluentes diretos do rio Xingu, na margem esquerda, constituindo microbacias de interferência urbana, bem como outras áreas menores, sendo microbacias dos córregos Panelas, Altamira, Ambé e Trindade, uma lagoa isolada e porções de terreno com drenagem superficial direta para o Rio Xingu. (OLIVEIRA, 2021, p. 49 e 54).

Oliveira (2011, p. 56-59) evidencia que as microbacias possuem interface conectada e que, portanto, deveriam ser analisadas de forma conjunta, constituindo uma Microrregião hidrográfica de Altamira – MRHA. A Figura 9 apresenta as microbacias urbanas de Altamira, bem como a rede de drenagem e hierarquia fluvial considerada apenas para esta delimitação.

Figura 9 – Microbacias hidrográficas de Altamira



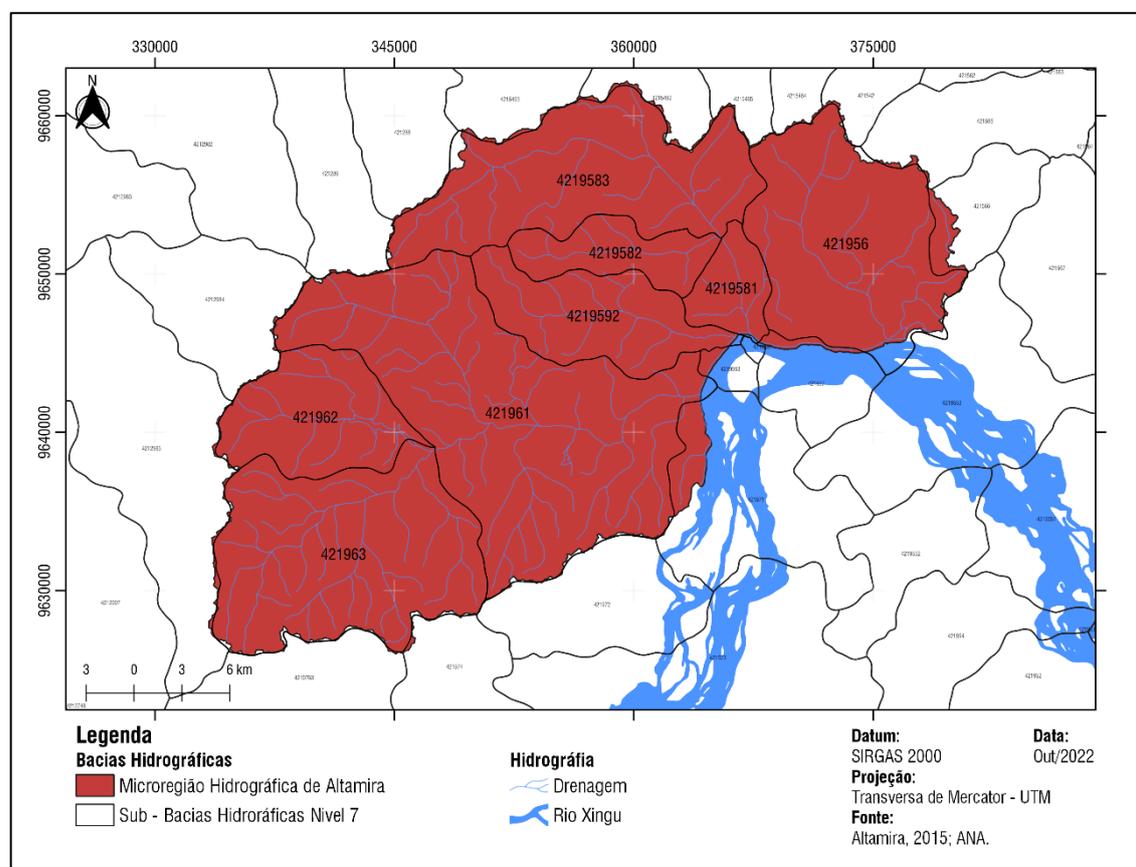
Fonte: Oliveira (2021, p. 82).

Levando em consideração a delimitação apresentada para a MRHA, bem como as delimitações das interbacias hidrográficas propostas pela Agência nacional de Águas, podemos identificar que a área de estudo, MRHA, se constitui de unidade de planejamento inferior à menor classificação hidrográfica da ANA, interbacias de 6º nível.

Outra forma de relacionar a MRHA é compará-la às ottobacias. A ANA sistematizou a Base Hidrográfica Ottocodificada (BHO) a partir do Mapeamento Sistemático Brasileiro, representando a rede hidrográfica em trechos entre os pontos de confluência dos cursos d'água de forma unifilar no qual cada trecho é associado a uma superfície de drenagem denominada ottobacia, à qual é atribuída a codificação de bacias de Otto Pfafstetter. Uma característica essencial dessa representação é ser topologicamente consistente, isto é,

representar corretamente o fluxo hidrológico dos rios, por meio de trechos conectados e com sentido de fluxo. (ANA, 2022). A Figura 10 demonstra a relação entre a MRHA e as ottobacias de 7º nível.

Figura 10 – Mapa de relação da MRHA com as ottobacias de 7º nível



Fonte: Adaptado de ANA (2022) e Oliveira (2021)

É certo que a expansão urbana acaba por abarcar áreas rurais sob as quais a legislação de proteção e manutenção de áreas intactas de floresta nativa são de certo modo restritivas na Amazônia. Sem nos atermos às diferenças de porcentagem de área a ser protegida, mas realizando uma avaliação qualitativa, as propriedades devem resguardar parte de seu terreno a título de Reserva Legal e Área de Preservação Permanente (BRASIL, 2012). Define ainda reserva legal como:

Art. 3º, III, [...] área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do art. 12, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da

biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa. (BRASIL, 2012)

Retornando ao campo urbano o mesmo dispositivo legal define área verde urbana como:

Art. 3º, XX – [...] espaços, públicos ou privados, com predomínio de vegetação, preferencialmente nativa, natural ou recuperada, previstos no Plano Diretor, nas Leis de Zoneamento Urbano e Uso do Solo do Município, indisponíveis para construção de moradias, destinados aos propósitos de recreação, lazer, melhoria da qualidade ambiental urbana, proteção dos recursos hídricos, manutenção ou melhoria paisagística, proteção de bens e manifestações culturais; (BRASIL, 2012)

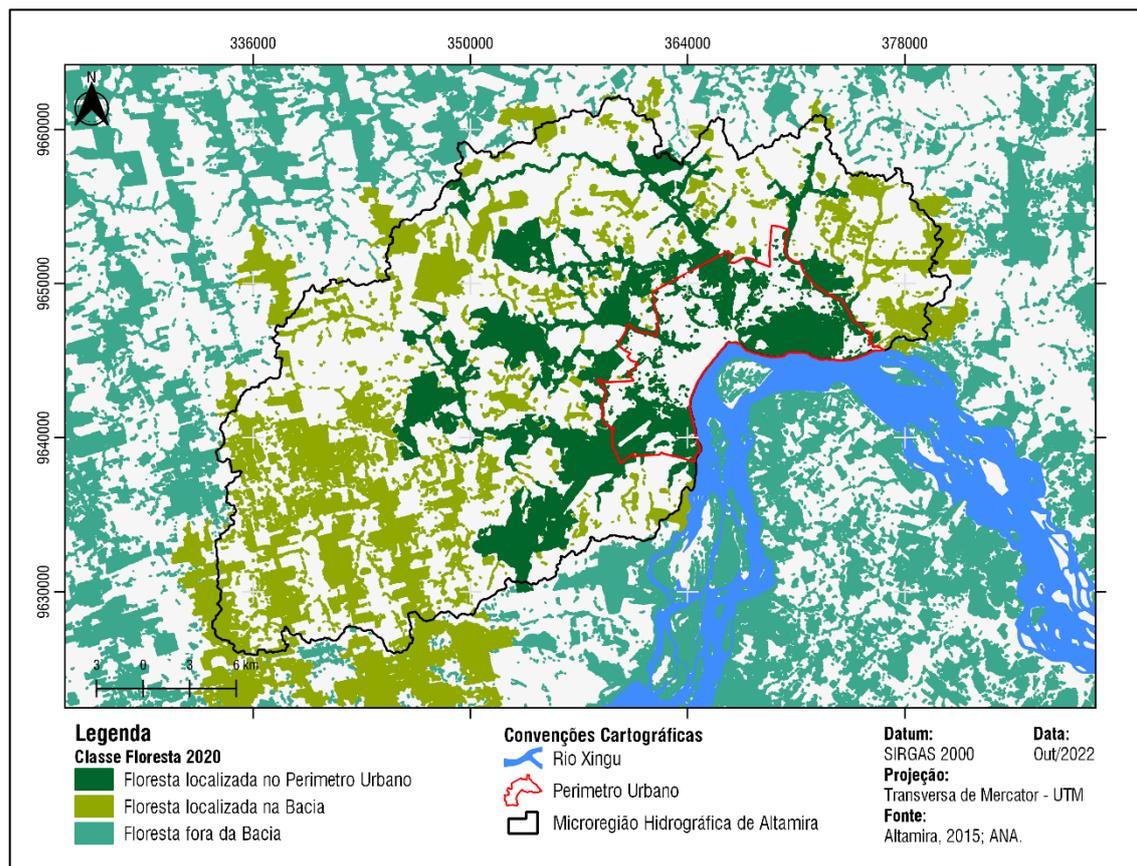
O Novo Código Florestal ainda define no Art. 25 que o poder público contará com a transformação das Reservas Legais, entre outros instrumentos, para estabelecimento das áreas verdes urbanas. A respeito da conversão de área rural em área urbanizável, quanto à manutenção da área de reserva como instrumento de manutenção ecológica e de lazer, Assunção (2021) descreve o seguinte:

Assim, para a preservação da reserva legal, na hipótese de inserção da gleba rural em que se encontre instituída em zona urbana ou de expansão urbana, é necessário o aproveitamento da fração onde estiver averbada, transformando-se em área verde urbana, sendo parte integrante do futuro empreendimento. Por outro lado, a área de reserva legal averbada como área verde urbana deverá ser doada ao Município, com a utilização e a fiscalização pública do espaço protegido. (ASSUNÇÃO, 2021)

É possível entender que, do ponto de vista da manutenção de meio ambiente ecologicamente equilibrado como cita a Constituição Federal no Art. 225, em áreas urbanas, é indispensável que os planejadores e gestores observem, de fato, a manutenção destas áreas verdes ou mesmo a recuperação destas, tendo em vista que sua formação inicial visa garantir potencial uso ecológico, de lazer e de regulação do microclima.

Deste modo apresentamos a segregação dos fragmentos de floresta nativa relacionados com a delimitação da MRHA em 3 categorias: contida integralmente na microrregião e com comunicação com perímetro urbano, pertencente na maior porção à microrregião e compartilhada entre a microrregião e as demais divisões hidrográficas circunvizinhas.

Figura 11 – Mapa categorização dos fragmentos de floresta



Fonte: Adaptado Mapbiomas Col. 7 (2022)

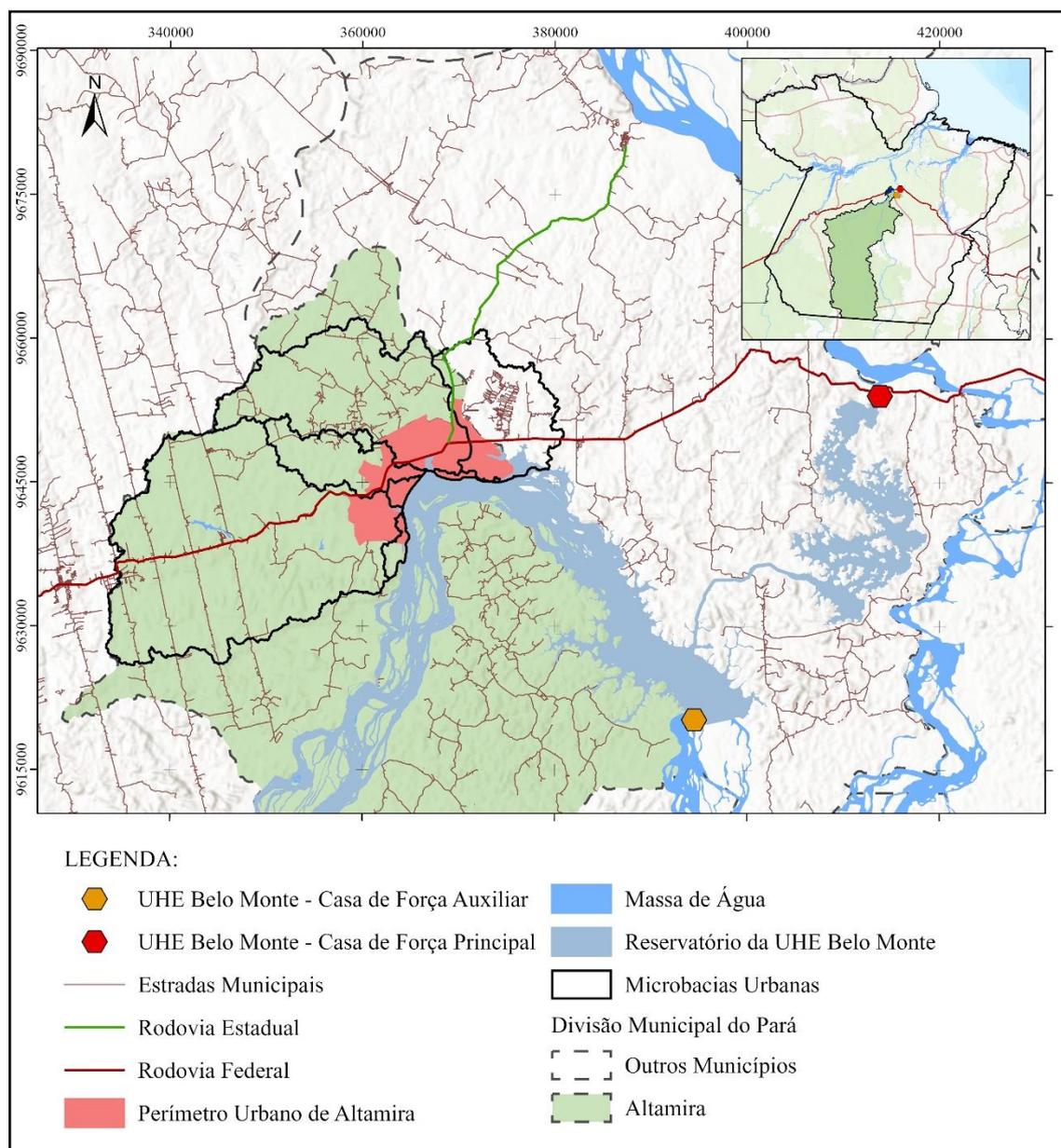
É importante salientar que de acordo com MELO *et. al.*, (2011), o dimensionamento do fragmento de floresta está diretamente relacionado com o potencial ecológico da região avaliada.

Para este estudo levamos em consideração, especificamente como recorte espacial de análise, a microrregião hidrográfica de Altamira/PA, tendo em vista a bacia hidrográfica e suas subdivisões serem unidades territoriais de planejamento.

Como unidade de análise da paisagem foram utilizadas duas classes de cobertura do solo tal como definidas pelo projeto MapBiomas Coleção 7, a saber: Formação Florestal e Infraestrutura Urbana, que estivessem contidas integralmente na MRHA não sendo utilizadas para o presente trabalho as demais categorias de cobertura do solo.

A figura 12 a situação das unidades de análise dentro do recorte espacial adotado.

Figura 12 - Mapa de Localização da Área de Estudo



Fonte: O autor, 2022.

Objetivando a delimitação de cenários de diagnóstico e prognóstico definimos um recorte temporal de 03 (três) anos base para identificação das mudanças da paisagem nos intervalos entre estes. Os anos base escolhidos foram 2000, 2010 e 2020, correspondendo a 02 (dois) intervalos de alteração da paisagem: 2000 a 2010, período anterior – *Pant*, às intervenções urbanas da UHE Belo Monte em Altamira, e 2010 a 2020, período posterior – *Ppos*, no qual as obras de intervenção na infraestrutura urbana foram iniciadas e concluídas.

### **3.2 Coleta de dados e processamento**

Os dados utilizados como base para este trabalho foram adquiridos por meio de três variáveis: base de dados do projeto MapBiomias Coleção 7; aquisição de bases de dados espaciais governamentais e de terceiros; e pesquisa bibliográfica e documental.

Tendo em vista que as séries temporais de produtos de imageamento remoto para a área de estudo não é elevada, tendo em vista a grande presença de nuvens em quase todas as épocas do ano, utilizou-se a alternativa dos produtos do projeto MapBiomias Coleção 7 Brasil, definida como uma iniciativa multi-institucional para gerar mapas anuais de cobertura e uso do solo a partir de processos de classificação automática aplicada a imagens de satélite. (SOUZA, at. al. 2020).

Os demais dados foram adquiridos junto a bases governamentais nacionais, estaduais e de outros órgãos, entidades e empresas, tendo em vista a composição das bases de dados georreferenciados, tanto em formato vetorial quanto matricial, necessárias para realização da análise.

Para as demais variáveis e informações a respeito de prestação de serviço e aquisição de dados não especializados foi realizada pesquisa bibliográfica em literatura acadêmica e técnica, pesquisa em sistemas de informações governamentais e órgãos consultivos e deliberativos.

As análises espaciais foram realizadas por meio do software ArcGis licenciado para a Universidade Federal do Pará par ao Laboratório de Geografia Física - LAGEO e, de forma adicional, foi utilizada a extensão para ArcGis V-LATE 2.0, distribuído gratuitamente pelo criador, Universidade de Salzburg na Áustria, para identificação das métricas de paisagem.

### **3.3 Métricas de paisagem para as classes e fragmentos**

Sendo as classes de cobertura do solo Formação Florestal - FF e Infraestrutura Urbana – IU a base da análise, as métricas aplicadas a estas foram: Área da Classe (CA), Número de Fragmentos (NP), Tamanho Médio do Fragmento (MPS), Borda Total (TE), Densidade de Bordas (ED) e Índice Médio de Forma (MSI). Individualmente, para cada fragmento de cada classe foram analisados: área do fragmento e distância do vizinho mais próximo.

### **Métricas de Área**

Em geral as métricas de área são as bases do conhecimento da paisagem. São utilizadas por outras métricas e são métricas muito úteis para estudos ecológicos, uma vez que a riqueza e abundância de certas espécies dependem das dimensões dos fragmentos da paisagem para existir. Em geral é muito importante saber quanto de área de uma classe existe na paisagem. Mas a aplicação depende das espécies. Por exemplo, para pássaros a fragmentação do terreno pode não afetar tanto negativamente quanto para grandes vertebrados, que podem ter problemas de deslocamento, dependendo dos tipos de fragmentos presentes.

Para Fragmentos:

AREA – área

- Área do fragmento em hectares (10.000 m<sup>2</sup>).

Para Classes:

CA – área da classe

- Área de todos os fragmentos da classe em hectares.

### **Métricas de Fragmentos**

Não representam medidas explicitamente espaciais, mas, pode-se considerar, representam a configuração da paisagem. As informações desta categoria são importantes por caracterizarem os fragmentos (número de fragmentos, tamanho médio, densidade, variação etc.). Estas métricas permitem que se ordene por grau de fragmentação, heterogeneidade de fragmentos, ou outros aspectos relacionados aos fragmentos na paisagem.

Para Fragmentos: não há.

Para Classes:

NP – número de fragmentos

- Número de fragmentos existentes na classe.

MPS – tamanho médio dos fragmentos

- Média entre as áreas em hectares de todos os fragmentos da classe.

### **Métricas de Bordas**

Representam a configuração da paisagem, ainda que não explicitamente vários fenômenos ecológicos se caracterizam pela quantidade total de bordas, e a informação sobre

as bordas (que pode caracterizar pelo padrão espacial o efeito de borda) é, conforme os estudos mais recentes, um importante aspecto estudado pelos investigadores ecológicos. O efeito de bordas numa floresta, por exemplo, resulta em diferentes intensidades de vento e intensidade e qualidade de iluminação solar, produzindo microclimas e taxas de distúrbio.

Para Classes:

TE – total de bordas

- Soma de todas as bordas da classe.

ED – densidade de bordas

- TE dividido pela área total em hectares.

### **Métricas de Forma**

O tamanho e forma dos fragmentos de paisagem podem influenciar inúmeros processos ecológicos importantes. Sua forma pode influenciar processos entre fragmentos, como a migração de pequenos mamíferos e a colonização de plantas de médio e grande porte, e pode influenciar as estratégias de fuga de certos animais.

O principal aspecto da forma, entretanto, é a relação com o efeito de borda.

SHAPE mede a complexidade da forma comparada a um círculo (versão vetorial) ou a um quadrado (versão matricial). A dimensão fractal é muito utilizada em pesquisas ecológicas da paisagem, e sua vantagem é pode ser aplicada às feições espaciais sob diversas escalas. O uso isolado de FRACT (para fragmentos) deve ser usado com cuidado e não é tão significativo quanto as métricas fractais para classes e paisagens.

Para Classes:

MSI – índice de forma média

- É a média do índice SHAPE para os fragmentos da classe correspondente.

MPFD – dimensão fractal de fragmento médio

- Igual à soma de duas vezes o Log de perímetro dos fragmentos, dividido pelo Log da área do fragmento, para cada fragmento da classe, dividido pelo número de fragmentos da mesma classe.
- Varia entre 1 e 2

### **Métricas de Vizinho Mais Próximo**

São métricas que se baseiam na distância de vizinho mais próximo nos três níveis de fragmento, classe e paisagem. Vizinho mais próximo é definida com o a distância de um

fragmento para o fragmento que está à sua volta, é do mesmo tipo, e baseado na distância borda-a-borda.

Estas métricas quantificam a configuração da paisagem. A proximidade entre os fragmentos é importante para os processos ecológicos, e têm implícito em seus resultados o grau de isolamento dos fragmentos.

Para Fragmentos:

NEAR – distância do vizinho mais próximo

- Distância euclidiana borda-a-borda entre o fragmento e o mais próximo de mesma classe.

Além do resultado das métricas, os fragmentos de cada classe ainda serão classificados de acordo com a situação: se integralmente em área urbana, dentro dos limites do perímetro urbano; ou se de forma geral, expandindo do perímetro para a MRHA.

### 3.4 Dinâmica espacial das classes

Inicialmente será realizada uma análise espacial nos intervalos *Pant* (2000 a 2010) e *Ppos* (2010 a 2020), e um intervalo consolidado – *Pcon* (2000 a 2020), com o intuito de avaliar as alterações espaciais pelas quais passaram as classes FF e IU. As dinâmicas verificadas serão representadas por 05 (cinco) processos espaciais: manutenção, fragmentação, incorporação, conversão e regeneração.

O processo de manutenção representa a área de classe de cobertura do solo inalterada no período, se mantendo na mesma classe, preservando as características do fragmento original, possivelmente, mantendo as funções associadas a estes: funções ecossistêmicas de abrigo de fauna e flora para a classe FF; e funções socioculturais e econômicas, para classe IU.

O processo de fragmentação representa a área de classe inalterada em sua maioria, tendo, somente, sofrido perda de área na borda ou em ponto localizado que levou uma porção menor a se fragmentar da porção maior, reduzindo, portanto, o potencial de manutenção das funções da classe. No caso dos FF, representa a perda parcial das funções ecossistêmicas do fragmento maior ao dificultar ou impossibilitar o deslocamento da fauna na área total anterior.

O processo de incorporação é exatamente o oposto do processo de fragmentação. Representa áreas da mesma classe que não passaram por processo de alteração, exceto por eventos em sua borda que permitiram a conexão de um fragmento menor a um maior. Para o caso da classe FF representa a ampliação do potencial ecossistêmico do novo fragmento ao permitir, por exemplo, o deslocamento de espécimes da fauna para outros locais, e, portanto, acesso a recursos.

O processo de conversão representa as áreas de classe que, no recorte temporal avaliado, passaram a ter outra cobertura / uso do solo, a exemplo, FF suprimida para dar lugar à pastagem ou à IU.

Por fim, o processo de regeneração faz alusão às áreas de outras classes que passaram a apresentar cobertura / uso característicos de da classe em avaliação, de acordo com os dados obtidos para o recorte temporal avaliado.

### 3.5 Prognose de cenários

Os cenários de aptidão foram aplicados apenas à classe Formação Florestal e representa o grau de interação entre os atributos de cada plano de informação de forma a indicar as áreas mais suscetíveis a Supressão, Regulação de Uso e Preservação.

A metodologia descrita por Franco (2010) foi adaptada para atender à demanda da área de estudo.

Os planos de informação são variáveis ambientais que podem ser isoladas sem perder o sentido da informação, tais como: Situação, Área do Fragmento e Proximidade de Drenagem, para o caso desta pesquisa. De acordo com Franco (2010, p. 58), as classes dos atributos devem ser hierarquizadas de acordo com seu grau de suscetibilidade atribuída a um índice numérico que seja proporcional ao nível de influência. A tabela 1 estabelece os graus de suscetibilidade adotados para cada atributo.

Tabela 1 – Graus de suscetibilidade

Classe Genérica do Plano de Informação	Grau de Suscetibilidade (atributo)
Baixo	1
Médio	2
Alto	3

Fonte: FRANCO (2010, p. 58)

O mapa de suscetibilidade dos fragmentos florestais foi desenvolvido em uma rotina estabelecida na qual cada plano de informações recebeu um peso que reflete sua importância dentro da análise.

A rotina adotada consiste na conversão de cada plano de informações que estejam no formato vetorial para o formato matricial (raster) padronizando o tamanho de cada célula (píxel) em 30 metros, compatível com o dado inicial provido pelo MapBiomias.

A metodologia para avaliação da suscetibilidade se deu por meio da técnica de análise multicritério, conforme descrita anteriormente.

A cada atributo foi conferido um peso que reflete seu grau de vulnerabilidade individual. A descrição da influência atribuída a cada plano de informações bem como o peso atribuído ao componente de cada plano de informação se encontra na Tabela 2. A escala de pesos utilizada neste trabalho foi menor que a adotada por Santos (2010), com o objetivo de evitar números decimais como resultado das análises.

Tabela 2 - Pesos dos atributos e influência das variáveis

Plano de Informação	Influência	Componentes de Legenda	Peso
Isolamento	50%	0m	1
		Até 100m	2
		Maior que 100m	3
Área	35%	Menor ou igual a 50ha	3
		50ha – 100ha	2
		Maior que 100ha	1
Proximidade da drenagem natural	15%	Menor ou igual a 130m	1
		Maior que 130m	3

Fonte: Adaptado de SANTOS, 2010, p. 30

Equação 1 – Fórmula para calcular o Cenário de Prognose em AHP

$$C_{prog} = (I * 0,5) + (A * 0,35) + (ProxD * 0,15) \quad (1)$$

Onde,  $C_{prog}$ : Cenário de prognose da situação do fragmento de floresta para os próximos anos;

**I:** Distanciamento de um fragmento de FF de outro mais próximo da mesma classe;

**A:** Área do fragmento medido em hectares; e

**ProxD:** Proximidade da drenagem natural, avaliado em uma faixa de até 130m e outra maior que 130m.

A soma da influência de todos os planos de informação não deve exceder os 100% (cem por cento), desta forma para o plano de informação Isolamento foi atribuído a influência de 50% (cinquenta por cento), pois quanto distante outros fragmentos, maior será a suscetibilidade à alteração de classe de cobertura do solo, refletindo o cenário de supressão, enquanto que, quanto próximo a outro fragmento, menor será a suscetibilidade à alteração, resultando no cenário de preservação. O plano foi dividido em 3 (três) pesos, que refletem a maior possibilidade de supressão, peso 3, à menor, peso 1.

Para o segundo maior plano de informação considerado, Área, foi adotada influência igual a 35% (trinta e cinco por cento) uma vez que a variação do tamanho do fragmento indica a existência de regulamento e potencial ecológico. Quanto maior a área, maior será o potencial ecológico como mancha ou corredor, e maior será a possibilidade de existência de regulamentação de proteção, tal como instituição de reserva legal ou APP. O plano foi dividido em 3 (três) pesos, que refletem a maior possibilidade de função ecológica, peso 3, à menor, peso 1.

O último plano de informação, Proximidade da drenagem natural, foi tratado como 15% (quinze por cento), tendo em vista que a proximidade de curso d'água traduz ao fragmento da classe FF, a pressuposição de APP e área de amortização. Deste modo o plano foi dividido em 2 (dois) pesos, que refletem a situação de APP ou área de amortização, portanto regulamentação legal para a manutenção da classe de cobertura do solo, peso 1, e peso 3, que reflete o distanciamento das áreas de regulação legal, estando à disposição do proprietário para eventual uso ou supressão.

As influências foram atribuídas de acordo com os seguintes critérios observados pelo autor:

Para a Situação do fragmento foi adotado o maior valor tendo em vista a área de estudo se constitui, em maioria, de propriedades particulares, sob as quais há regulamentação de manutenção de áreas verdes para proteção de nascentes, córregos e áreas alagadiças e para manutenção do equilíbrio ecológico e os termos no Código Florestal Brasileiro, já abordado na seção anterior deste trabalho. Para determinação da do cenário de

suscetibilidade do fragmento foi considerado o cenário de livre conversão das áreas não protegidas nos termos da livre iniciativa de comércio e empreendedorismo do particular, bem como os regulamentos aplicados à gestão do uso do solo urbano.

Para a Área, foi determinado o valor de influência em função das características do aproveitamento do solo para fins de uso e parcelamento do solo urbano tendo em vista ser o principal instrumento de gerenciamento urbano das cidades uma vez que a gerência municipal sobre processos de parcelamento do solo em Altamira/PA se limita a 100 ha e dado o histórico de ocupações irregulares da cidade.

Para a Proximidade da drenagem natural a análise se baseou na pressuposição de obediência ao regulamento legal provido pelo Novo Código Florestal Brasileiro para áreas de APP e de amortização.

O produto da análise ponderada será enquadrado da seguinte maneira em 3 (três) possibilidades:

Tabela 3 - Pesos dos atributos e influência das variáveis

Suscetibilidade	Resultado Grau de Possibilidade
Supressão	3
Regulação de Uso	2
Preservação	1

Fonte: O autor, 2022.

A aptidão do fragmento será o fundamento de construção do cenário de evolução da paisagem urbana para a cidade de Altamira/PA.

Os potenciais sugeridos por este trabalho foram 03:

**Supressão:** denotando aptidão para uso urbano ou rural diferente da manutenção da floresta em pé, incorrendo, necessariamente, na alteração definitiva da cobertura do solo para cumprimento de função social;

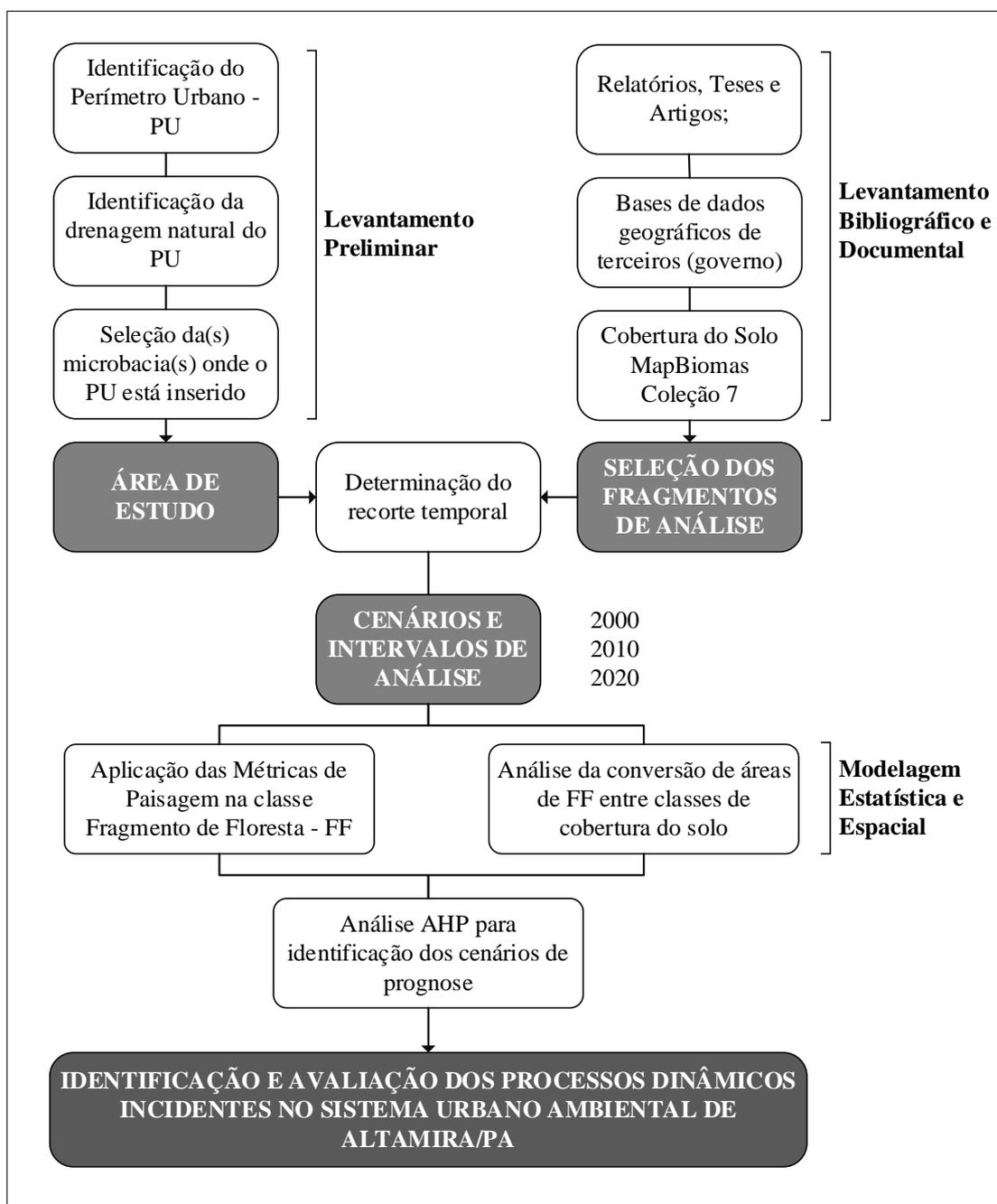
**Regulação de Uso:** sugerindo o aproveitamento da área como floresta em pé consorciada a prática de atividades econômicas tais como visitação turística e/ou de lazer; e

**Preservação:** expressa como a manutenção das características naturais do fragmento livre de quaisquer intervenções antrópicas ou sociais para qualquer fim.

### 3.6 Caminho Metodológico

Os procedimentos metodológicos executados estão sintetizados no fluxograma apresentado na Figura 13:

Figura 13 – Fluxograma da metodologia aplicada



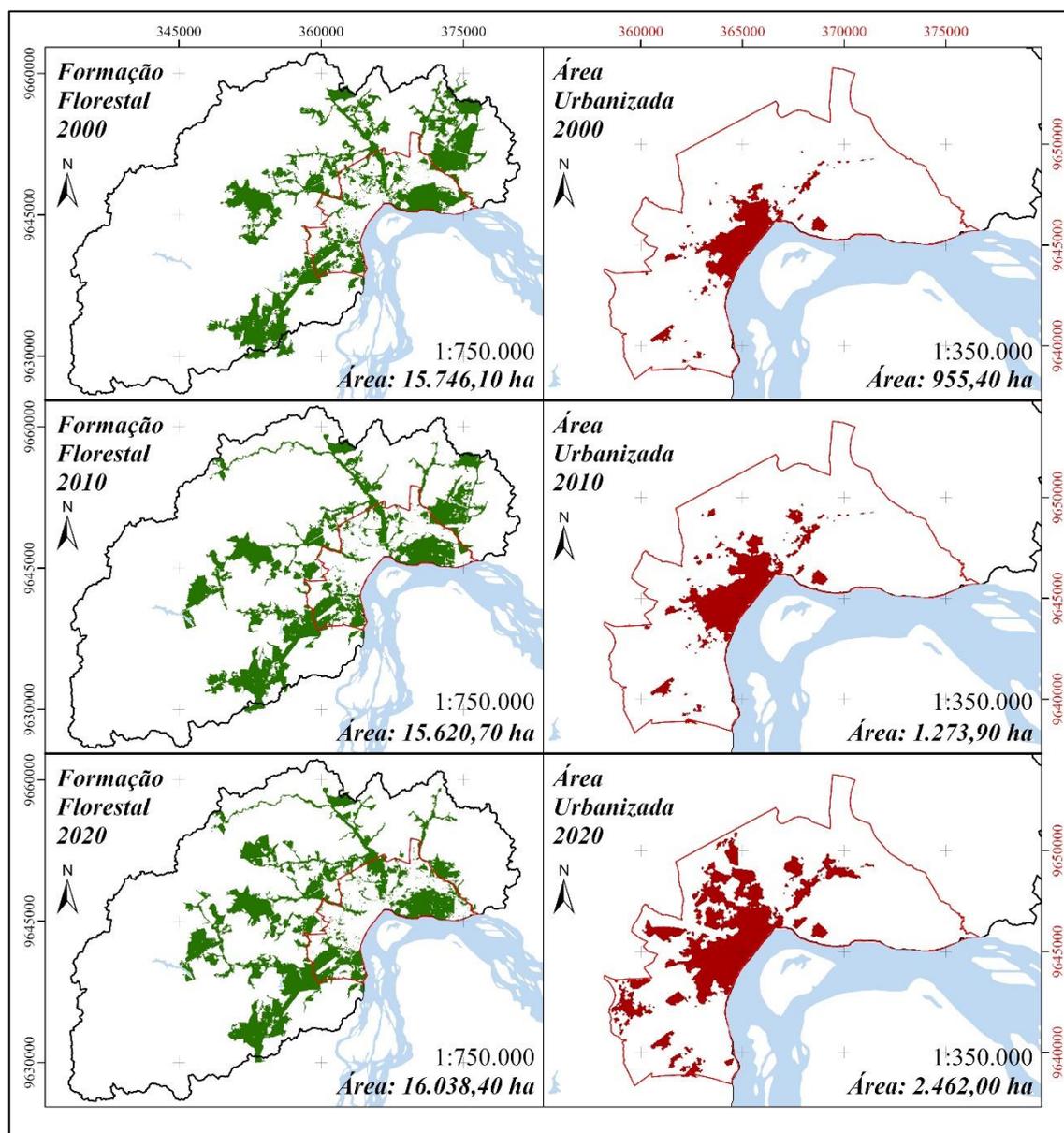
Fonte: O autor, 2022.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Análise espacial

Apresentaremos inicialmente os dados relativos à análise espacial das classes FF e IU para os três anos base de análise, 2000, 2010 e 2020, Figura 14, qual nos permite identificar a dinâmica genérica de modificação da paisagem da área de estudo.

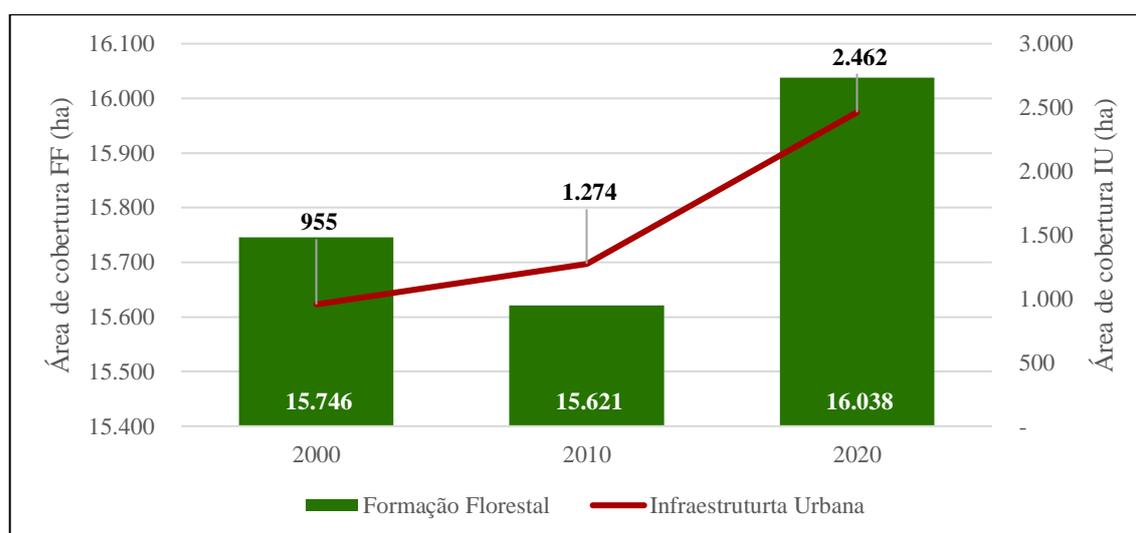
Figura 14 – Mapa Comparativo de FF e IU por recorte temporal



Fonte: O autor, 2022

É possível identificar, visualmente, que a classe Formação Florestal sofreu alteração na sua configuração espacial, entretanto, em termos de área de cobertura, houve variação negativa de aproximadamente 1% (um por cento) no quantitativo total de área entre 2000 e 2010, seguido de ligeira variação positiva de 3% (três por cento) de área entre 2010 e 2020. Já a classe Infraestrutura Urbana sofreu aumento de aproximadamente 33% (trinta e três por cento) do quantitativo de área coberta de 2000 para 2010, chegando a quase dobrar de 2010 para 2020. O Gráfico 1 apresenta a evolução da área de cobertura geral de cada classe de cobertura do solo avaliada.

Gráfico 1 – Evolução da área de cobertura de FF e IU



Fonte: O autor, 2022

Em uma outra análise, em relação à área de cobertura de Infraestrutura Urbana em relação à área do Perímetro Urbano de Altamira de 2015, é possível verificar que a variação é superior a 13,50%, passando de 8,61% de representação em 2000, para 11,48% em 2010 e chegando a 22,18% do total de área do Perímetro Urbano em 2020.

De forma análoga, analisando a variação da área de cobertura de Formação Florestal relacionada ao perímetro urbano, objeto de análise do presente estudo, em relação à Microrregião Hidrográfica de Altamira, se percebe pouca variação, de apenas 0,30%, passando de 16,40% de representação em 2000, sofrendo uma redução para 16,27% em 2010 e retomando crescimento até 16,70% em 2020.

Somente a avaliação da variação expressa em quantitativo de área de cobertura não é suficiente para compreender a dinâmica pela qual passou a classe Formação Florestal no

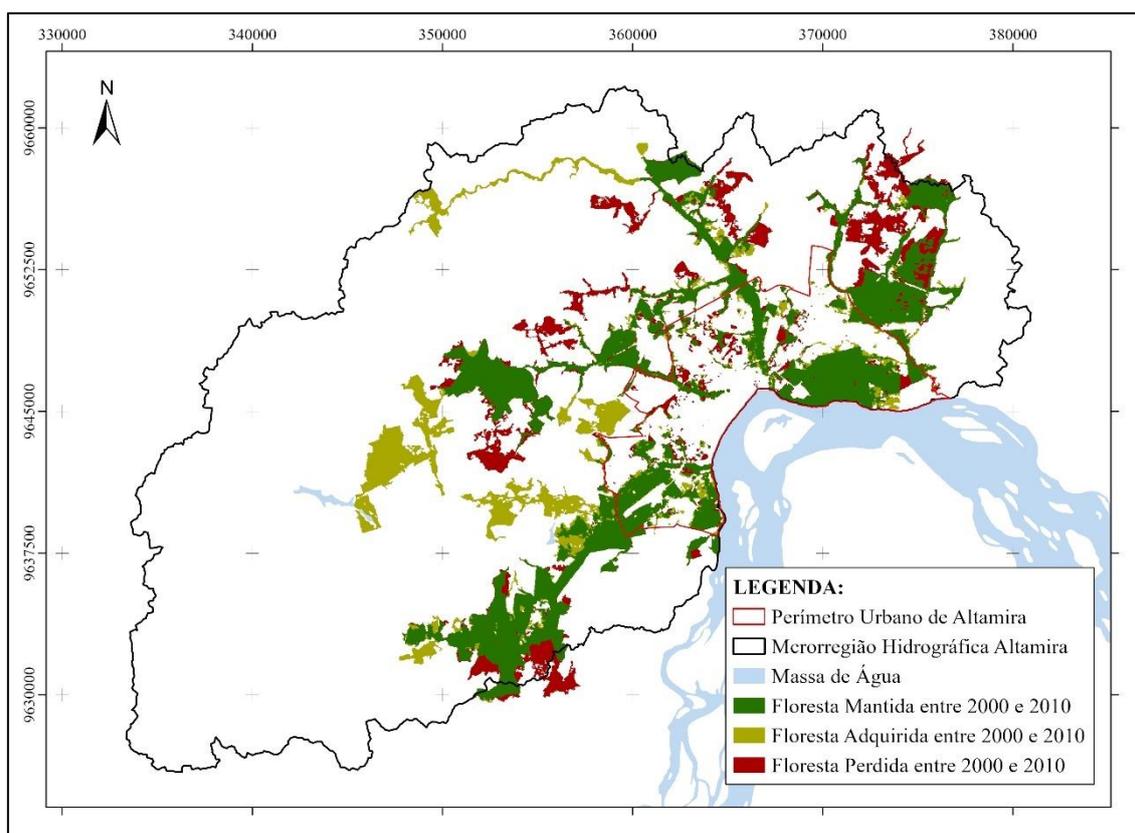
período estudado. Deste modo, trazemos, a seguir, os resultados as análises de variação para os períodos *Pant* (2000 a 2010), *Ppos* (2010 a 2020) e um consolidado *Pcon* (2000 a 2020), demonstrando a área de cobertura de FF inalterada para cada período, bem como as variações de perda e aquisição de área genéricas para cada período.

#### 4.1.1 PERÍODO ANTERIOR À UHE BELO MONTE – *PANT* (2000 A 2010)

O Período Anterior à UHE Belo Monte – *Pant* (2000 a 2010), representa um cenário geral de modificação da paisagem da área de estudo no período de avaliação anterior a qualquer movimentação relacionada direta ou indiretamente à UHE Belo Monte, portanto um período no qual apenas as lógicas de uso locais e aquelas relacionadas ao crédito rural e regulações do governo federal incidiam sobre a área de estudo.

Podemos apresentar o seguinte mapa síntese das modificações ocorridas ao longo de 10 anos pela classe de cobertura do solo Formação Florestal, representando a classe em 3 situações: Floresta Mantida, Floresta Adquirida e Floresta Perdida.

Figura 15 – Mapa síntese da dinâmica da classe FF no período de 2000 a 2010



Fonte: O autor, 2022

No cenário avaliado, *Pant*, é possível extrair, de forma genérica, a área afetada por cada processo, conforme expresso na Tabela 4.

Tabela 4 – Áreas de FF no *Pant* em função da dinâmica espacial

DESCRIÇÃO	ÁREA (ha)
Área total da classe em 2000	15.746,10
Área total da classe em 2010	15.620,70
Formação Florestal Mantida	11.432,80
Formação Florestal Adquirida	4.187,90
Formação Florestal Perdida	4.313,30

Fonte: O autor, 2022

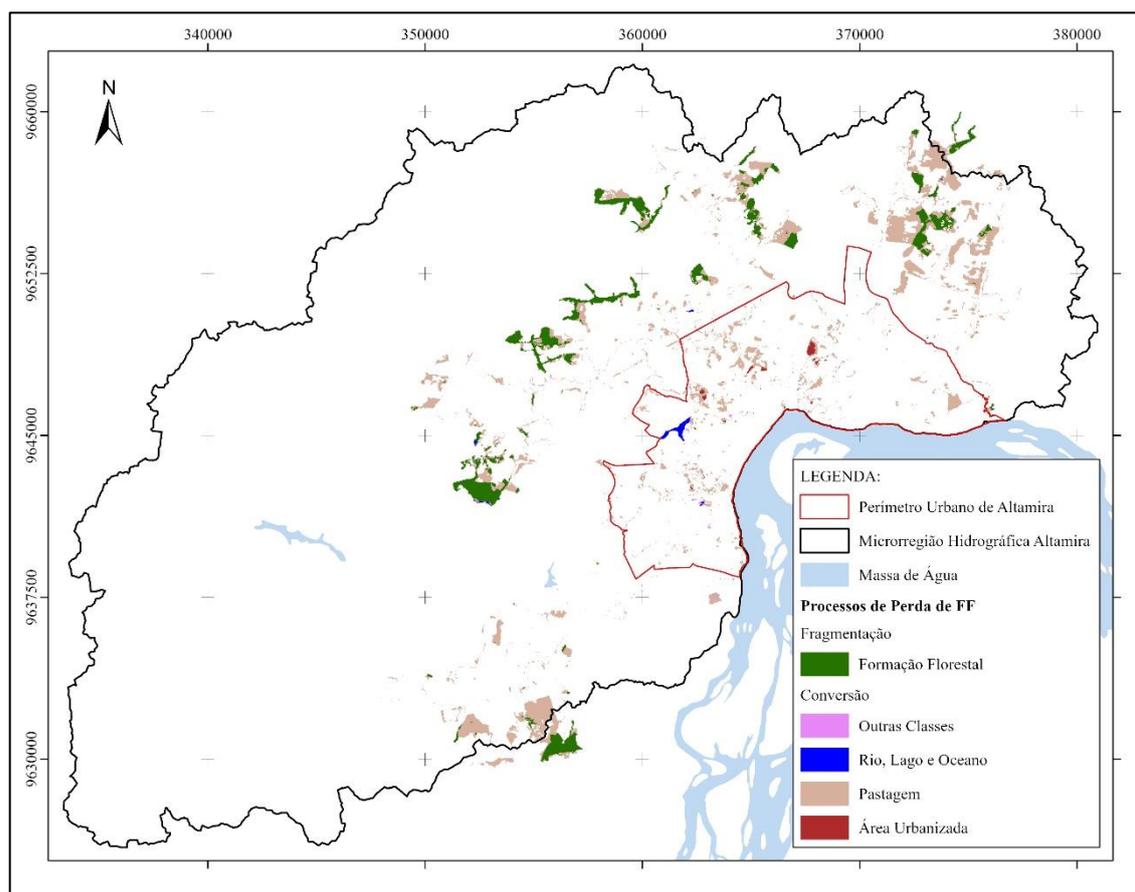
De um ponto de vista sistêmico, conforme o adotado no presente trabalho, a porção de FF Mantida pode ser entendida como uma área núcleo (core), na qual é possível pressupor que há um ecossistema equilibrado para manutenção das populações de espécies animais e vegetais, representando 72,61% da área de cobertura no ano inicial do período, 2000, e 73,19% da área do ano final do período, 2010.

As áreas de FF Adquiridas e Perdidas refletem o efeito de borda, áreas sob maior fragilidade do ponto de vista de manutenção em função da imediata proximidade de outras classes de cobertura do solo que concorrem de forma ativa ou passiva, exercendo pressão em seu perímetro limítrofe.

É importante destacar que a área de FF Perdida no *Pant* representa, em linhas gerais, a ruptura de um ecossistema e que pode ocorrer sob dois processos: conversão e fragmentação. A figura 16 apresenta o mapa e quantitativos de situação destes processos.

Entre 2000 a 2010 um total 1.198,98 ha (mil cento e noventa e oito hectares e noventa e oito ares) de cobertura de FF foram fragmentados, representando a ruptura do ecossistema maior, entretanto, podendo manter uma parcela de espécies dividido a manter a classe de cobertura do solo.

Já a área que sofreu processo de conversão está expressa na Tabela 5 e diz respeito a um ecossistema definitivamente perdido.

Figura 16 – Mapa síntese da dinâmica de perda da classe FF no *Pant*

Fonte: O autor, 2022

Tabela 5 – Áreas de FF convertida em outra classe de cobertura entre 2000 e 2010

PROCESSO	ÁREA (ha)
<b>Fragmentação</b>	<b>1.198,98</b>
Formação Florestal	1.198,98
<b>Conversão</b>	<b>3.114,36</b>
Outras Classes	19,35
Rio, Lago e Oceano	49,14
Pastagem	2.999,88
Área Urbanizada	45,99
<b>Total</b>	<b>4.313,34</b>

Fonte: O autor, 2022

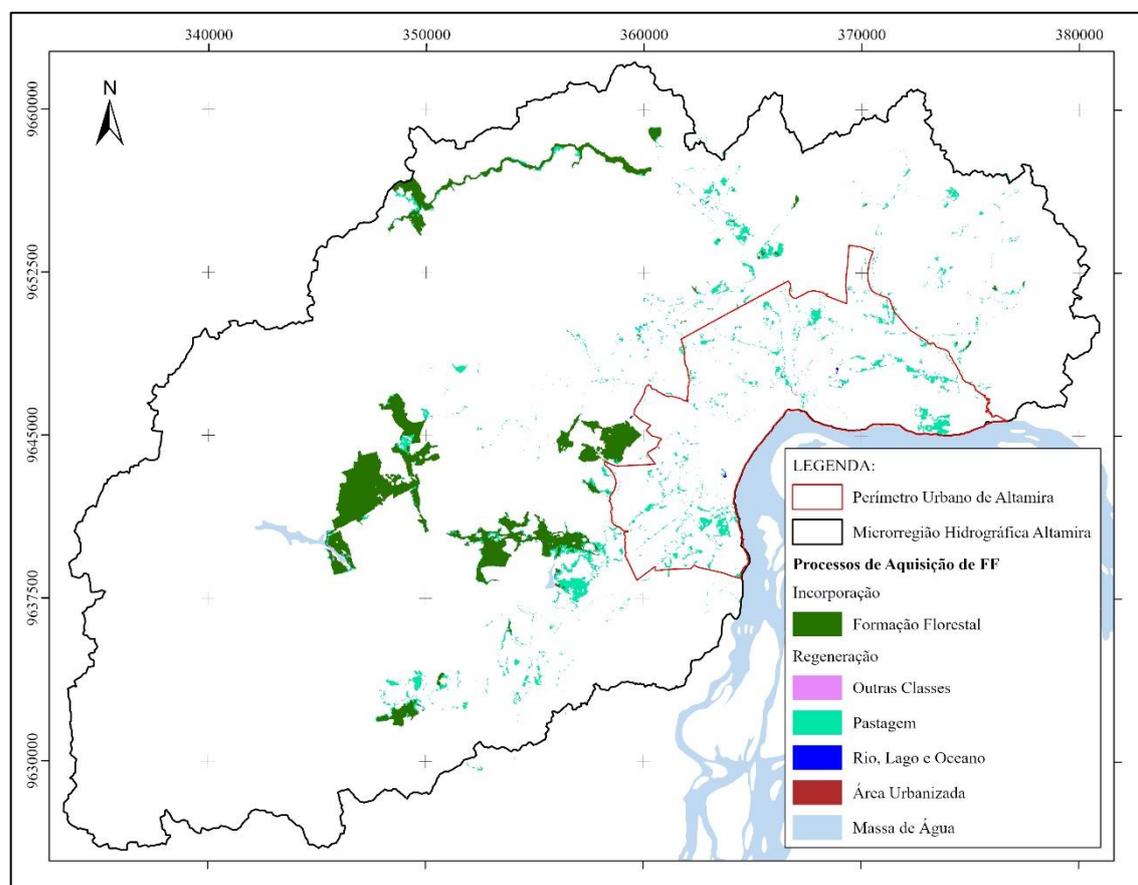
De forma inversa, as áreas de FF Adquiridas no *Pant* representam, em linhas gerais, o início da recomposição de um ecossistema. Os processos atuantes podem ser descritos como incorporação e regeneração.

Tendo em vista que a análise se baseou unicamente na avaliação da classificação realizada pelo MapBiomias Col. 7, para o processo de regeneração não é possível determinar com exatidão o grau recomposição ecossistêmica, podendo se tratar, nestes 10 anos de avaliação, de uma passagem de pasto sujo para o início de um processo de formação de uma floresta jovem, com baixo potencial ecossistêmico do ponto de vista de quantitativo, locais de abrigo e disponibilidade de alimento para as espécies.

Por outro lado, o processo de incorporação traduz um aumento imediato no ecossistema anterior, tendo em vista se tratar da agregação de fragmento de FF consolidado por meio da regeneração de bodas conectando um ou mais fragmentos a outra porção maior.

Logo, no período de 2000 a 2010 um total de 2.056,86 ha (dois mil e cinquenta e seis hectares e oitenta e seis ares) de cobertura de FF foram incorporados, representando a ampliação do ecossistema anterior. Já a área que sofreu processo de recomposição está expressa na Tabela 6, demonstrando as áreas que deram lugar a cobertura florestal.

Figura 17 – Mapa síntese da dinâmica de perda da classe FF no *Pant*



Fonte: O autor, 2022

Tabela 6 – Áreas de FF regenerada a partir de outra classe de cobertura entre 2000 e 2010

<b>PROCESSO</b>	<b>ÁREA (ha)</b>
<b>Incorporação</b>	<b>2.516,04</b>
Formação Florestal	2.516,04
<b>Regeneração</b>	<b>1.671,84</b>
Outras Classes	21,60
Rio, Lago e Oceano	14,49
Pastagem	1.635,66
Área Urbanizada	0,09
<b>Total</b>	<b>4.187,88</b>

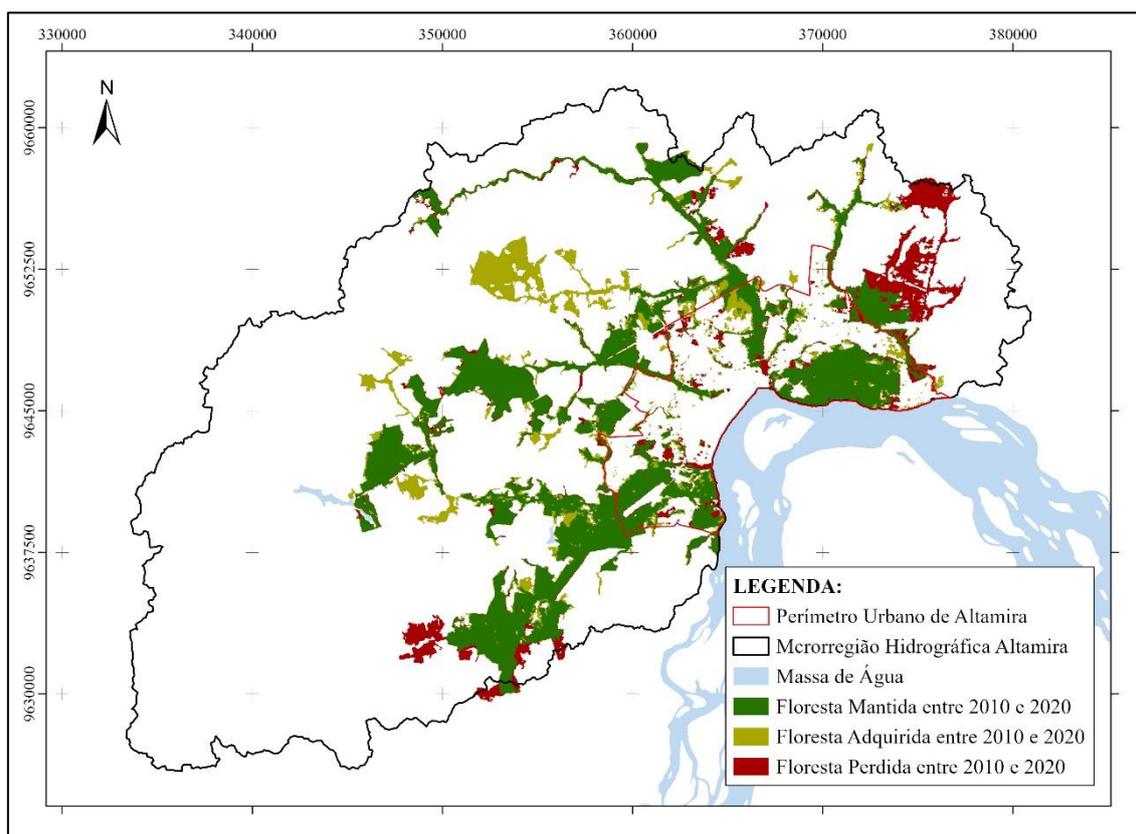
Fonte: O autor, 2022

#### 4.1.2 PERÍODO POSTERIOR À UHE BELO MONTE – *PPOS* (2010 A 2020)

O Período Posterior à UHE Belo Monte – *Ppos* (2010 a 2020), representa um cenário geral de modificação da paisagem da área de estudo no período de avaliação posterior a qualquer movimentação relacionada direta ou indiretamente à UHE Belo Monte, neste caso, o inchaço populacional do núcleo urbano em função do abrigo da mão de obra direta e indireta, execução de infraestrutura, conversão de solo rural em urbano, dentre outros, além das lógicas relacionadas a regulações do governo federal.

Podemos apresentar o seguinte mapa síntese das modificações ocorridas nestes últimos 10 anos pela classe de cobertura do solo Formação Florestal, representando as mesmas situações descritas anteriormente.

Figura 18 – Mapa síntese da dinâmica da classe FF no período de 2000 a 2010



Fonte: O autor, 2022

No cenário *Ppos*, de forma genérica, observa-se a área afetada por cada processo, conforme expresso na Tabela 7.

Tabela 7 – Áreas de FF no *Ppos* em função da dinâmica espacial

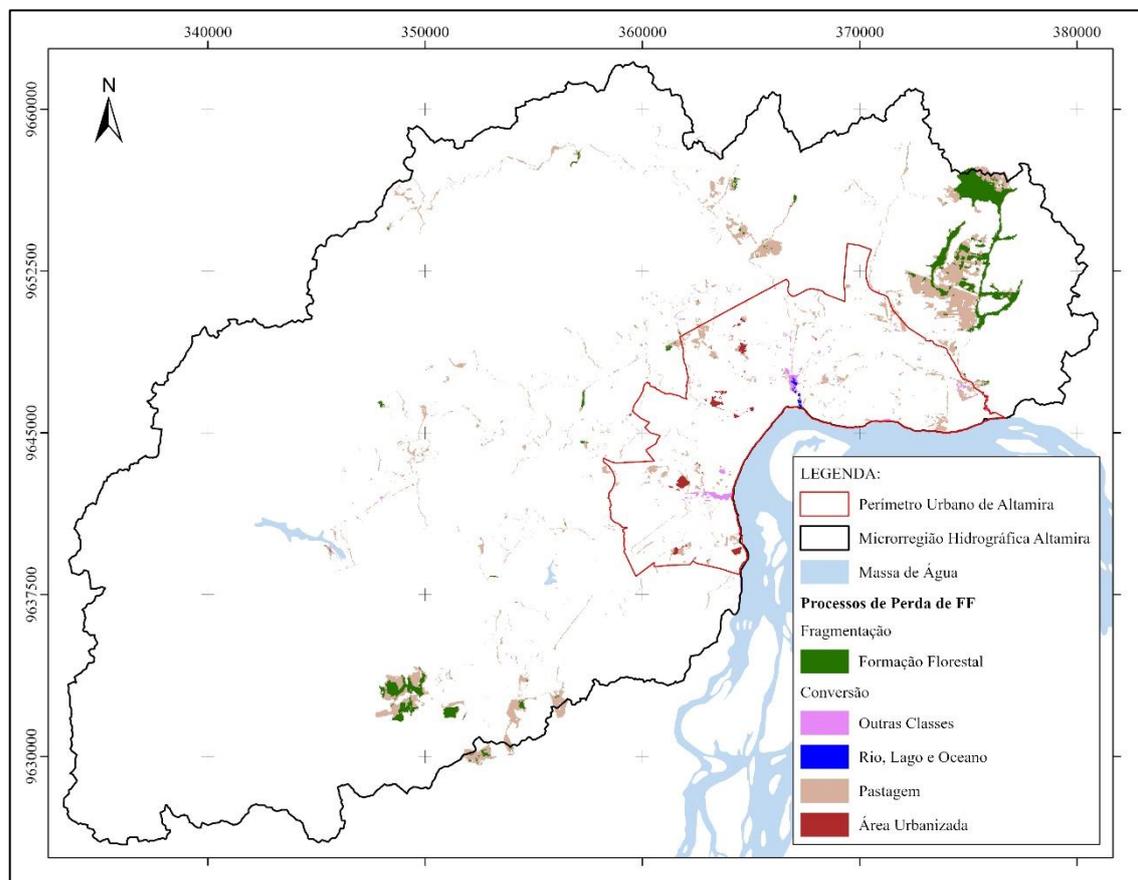
DESCRIÇÃO	ÁREA (ha)
Área total da classe em 2000	15.620,70
Área total da classe em 2010	16.038,40
Formação Florestal Mantida	12.191,30
Formação Florestal Adquirida	3.847,10
Formação Florestal Perdida	3.429,40

Fonte: O autor, 2022

Conforme a seção anterior a porção de FF Mantida pode ser entendida como uma área núcleo (core), na qual é possível pressupor que há um ecossistema equilibrado para

manutenção das populações de espécies animais e vegetais, representando 77,42% da área de cobertura no ano inicial do período, 2010, e 78,05% da área do ano final do período, 2020.

Figura 19 – Mapa síntese da dinâmica de perda da classe FF no *Ppos*



Fonte: O autor, 2022

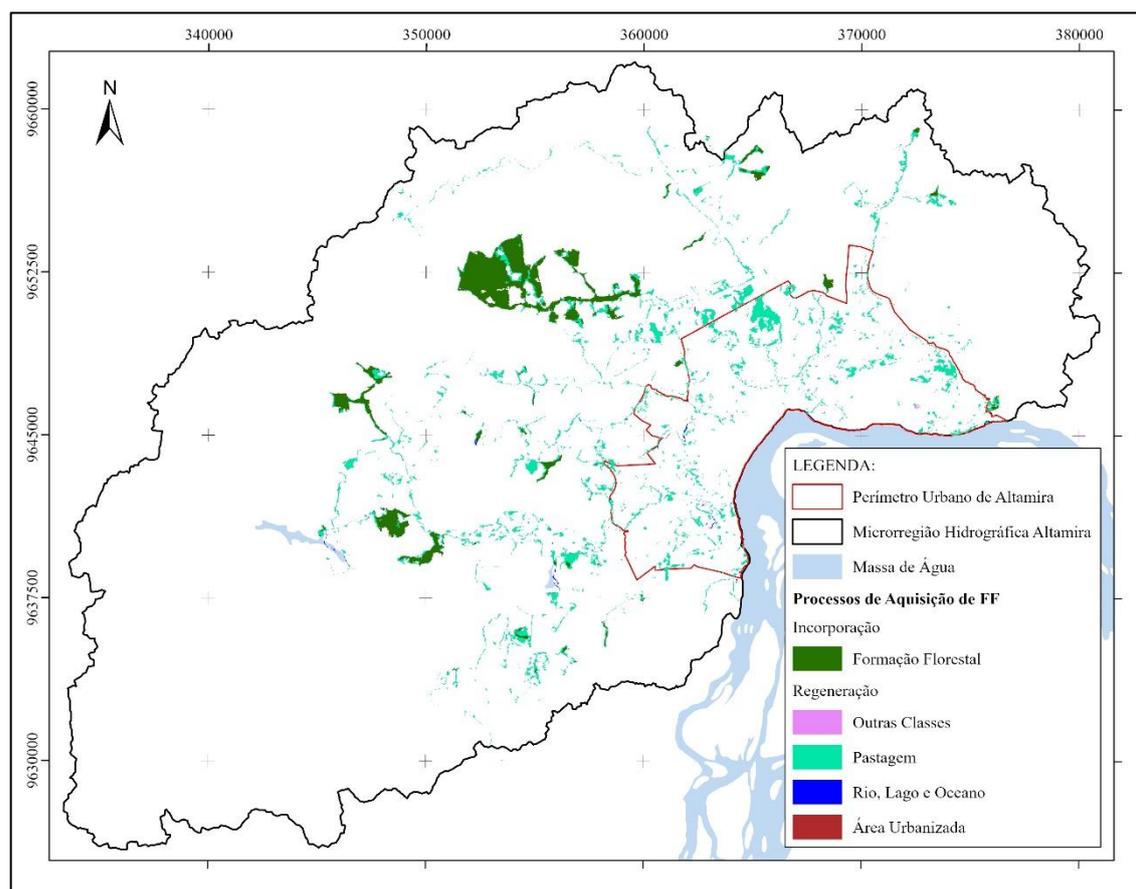
Entre 2010 e 2020 um total de 848,43 ha (oitocentos e quarenta e oito hectares e quarenta e três ares) de cobertura de FF passaram pelo processo de fragmentação, enquanto que a porção que passou pelo processo de conversão está expressa na Tabela 8 e diz respeito, como anteriormente mencionado, a um ecossistema definitivamente perdido.

Tabela 8 – Áreas de FF convertida em outra classe de cobertura entre 2010 e 2020

<b>PROCESSO</b>	<b>AREA (ha)</b>
<b>Fragmentação</b>	<b>848,43</b>
Formação Florestal	848,43
<b>Conversão</b>	<b>2.580,93</b>
Outras Classes	139,14
Rio, Lago e Oceano	15,30
Pastagem	2.328,66
Área Urbanizada	97,83
<b>TOTAL</b>	<b>3.429,36</b>

Fonte: O autor, 2022

Semelhantemente foram avaliadas as áreas de FF Adquiridas no *Ppos*, expressando-se em 1.450,89 ha (mil quatrocentos e cinquenta hectares e oitenta e nove ares) de cobertura de FF incorporados no período, enquanto que o processo de recomposição está expresso na Tabela 9.

Figura 20 – Mapa síntese da dinâmica de perda da classe FF no *Pant*

Fonte: O autor, 2022

Tabela 9 – Áreas de FF regenerada a partir de outra classe de cobertura entre 2000 e 2010

PROCESSO	AREA (ha)
<b>Incorporação</b>	<b>1.450,89</b>
Formação Florestal	1.450,89
<b>Regeneração</b>	<b>2.396,16</b>
Outras Classes	11,79
Rio, Lago e Oceano	25,11
Pastagem	2.359,26
Área Urbanizada	-
<b>TOTAL</b>	<b>3.847,05</b>

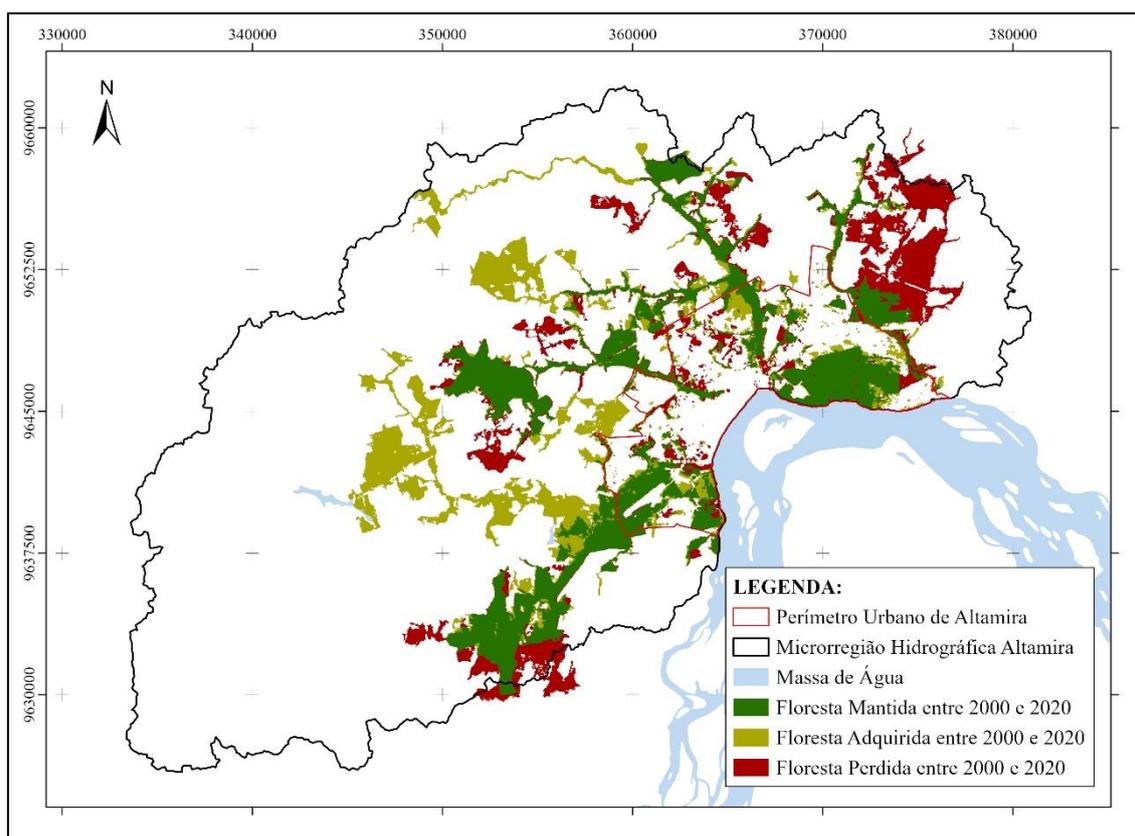
Fonte: O autor, 2022

#### 4.1.3 PERÍODO CONSOLIDADO – PCON (2000 A 2020)

O Período Consolidado – *Pcon* (2000 a 2020) de análise, representa um cenário geral de modificação da paisagem da área de estudo no período de duas décadas, de forma a identificar o produto final da alteração da paisagem nos dois períodos.

A Figura 21 apresenta o mapa síntese das alterações verificadas pela classe de cobertura do solo Formação Florestal nos últimos 20 anos.

Figura 21 – Mapa síntese da dinâmica da classe FF no período de 2000 a 2010



Fonte: O autor, 2022

No cenário *Pcon*, de forma genérica, observa-se a área afetada por cada processo, conforme expresso na Tabela 10.

Tabela 10 – Áreas de FF no *Pcon* em função da dinâmica espacial

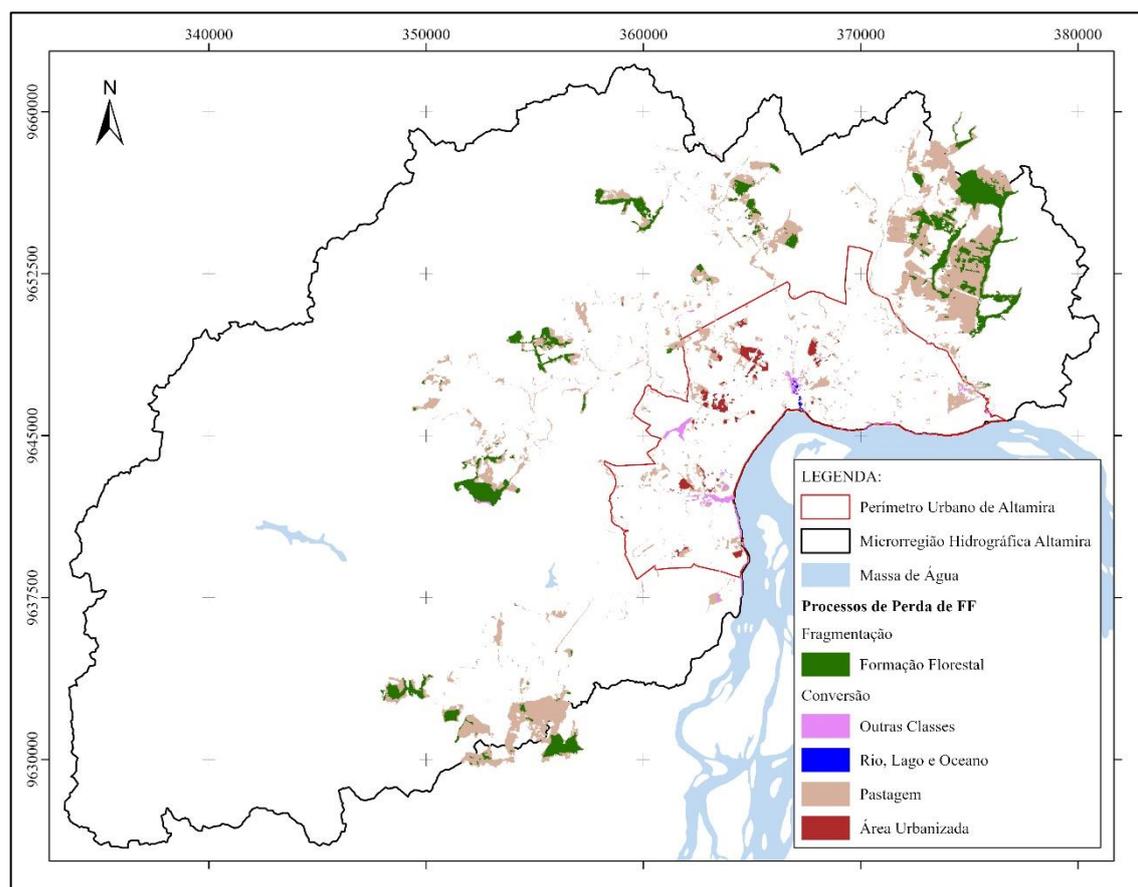
DESCRIÇÃO	ÁREA (ha)
Área total da classe em 2000	15.746,10
Área total da classe em 2010	16.038,40
Formação Florestal Mantida	9.489,50
Formação Florestal Adquirida	6.548,90
Formação Florestal Perdida	6.256,60

Fonte: O autor, 2022

Agora em um cenário consolidado de modificações espaciais a área de FF Mantida pode ser entendida como a única área de floresta virgem consolidada, uma área núcleo (core). Sua representação é de 60,27% da área de cobertura no ano inicial do período consolidado, 2000, e 60,75% da área do ano final do período, 2020.

A variação de representatividade da área de FF Mantida para o *Pcon* é de 12,34% em comparação com o *Pant* e 17,16% em comparação com o *Ppos*. Esta variação demonstra que a análise consolidada é a forma mais segura de determinar o grau de potencial/fragilidade de um ecossistema.

Nas últimas duas décadas um total de 1.671,75 ha (mil seiscentos e setenta e um hectares e setenta e cinco ares) de cobertura de FF passaram pelo processo de fragmentação, enquanto que a porção que passou pelo processo de conversão está expressa na Tabela 11.

Figura 22 – Mapa síntese da dinâmica de perda da classe FF no *Ppos*

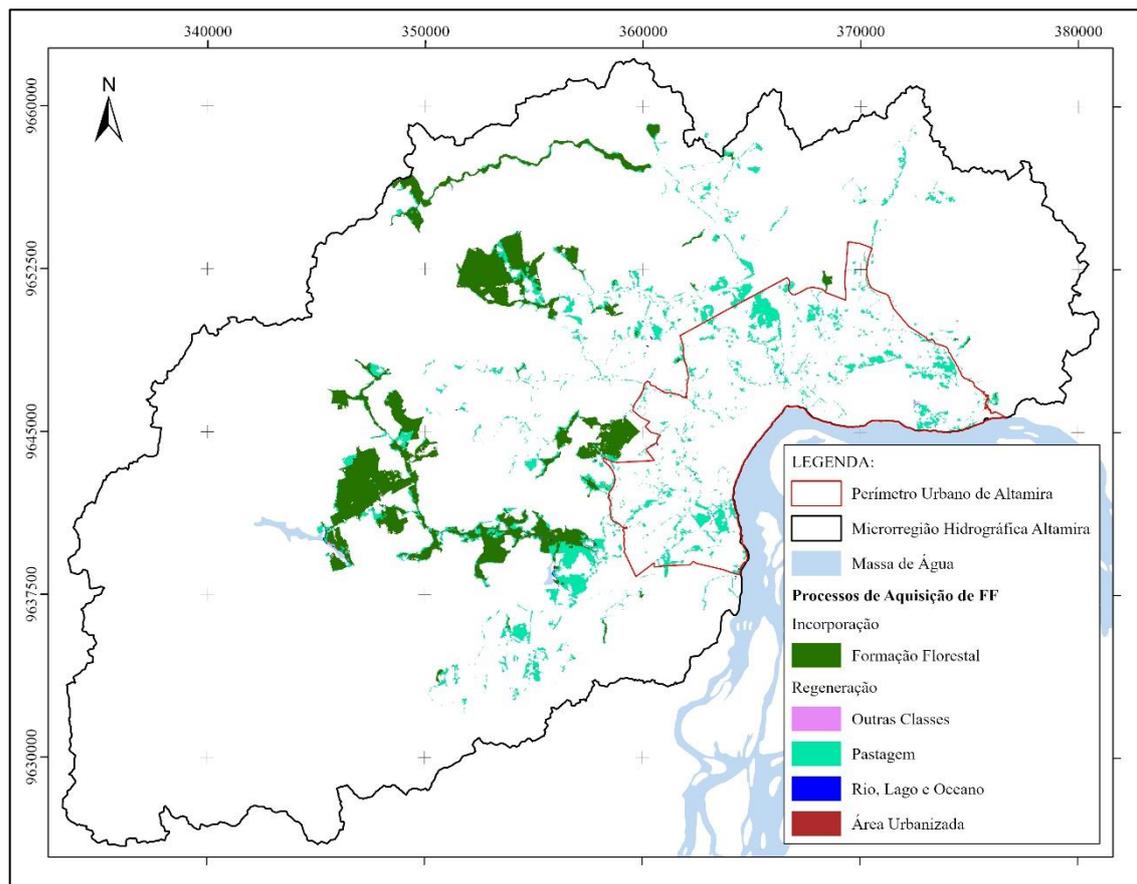
Fonte: O autor, 2022

Tabela 11 – Áreas de FF convertida em outra classe de cobertura entre 2010 e 2020

<b>PROCESSO</b>	<b>AREA (ha)</b>
<b>Fragmentação</b>	<b>1.671,75</b>
Formação Florestal	1.671,75
<b>Conversão</b>	<b>4.584,87</b>
Outras Classes	174,24
Rio, Lago e Oceano	13,59
Pastagem	4.148,82
Área Urbanizada	248,22
<b>TOTAL</b>	<b>6.256,62</b>

Fonte: O autor, 2022

Semelhantemente foram avaliadas as áreas de FF Adquiridas no *Pcon*, expressando-se em 3.539,79 ha (três mil quinhentos e trinta e nove hectares e setenta e nove ares) de cobertura de FF incorporados no período, enquanto que o processo de recomposição está expresso na Tabela 12.

Figura 23 – Mapa síntese da dinâmica de perda da classe FF no *Pant*

Fonte: O autor, 2022

Tabela 12 – Áreas de FF regenerada a partir de outra classe de cobertura entre 2000 e 2010

<b>PROCESSO</b>	<b>AREA (ha)</b>
<b>Incorporação</b>	<b>3.539,79</b>
Formação Florestal	3.539,79
<b>Regeneração</b>	<b>3.009,06</b>
Outras Classes	27,63
Rio, Lago e Oceano	22,86
Pastagem	2.958,48
Área Urbanizada	0,09
<b>TOTAL</b>	<b>6.548,85</b>

Fonte: O autor, 2022

A discrepância das representações e valores de área de cobertura atestam que áreas anteriormente adquiridas no *Pant* foram novamente perdidas, indicando que não se tratavam, de fato, de área florestal consolidada ou em recuperação, mas de uma possível classe intermediária, pasto sujo, capoeira, ou outra similar, que, no processo de identificação dos algoritmos do MapBiomias Col. 7 foram tratados como a mesma cobertura.

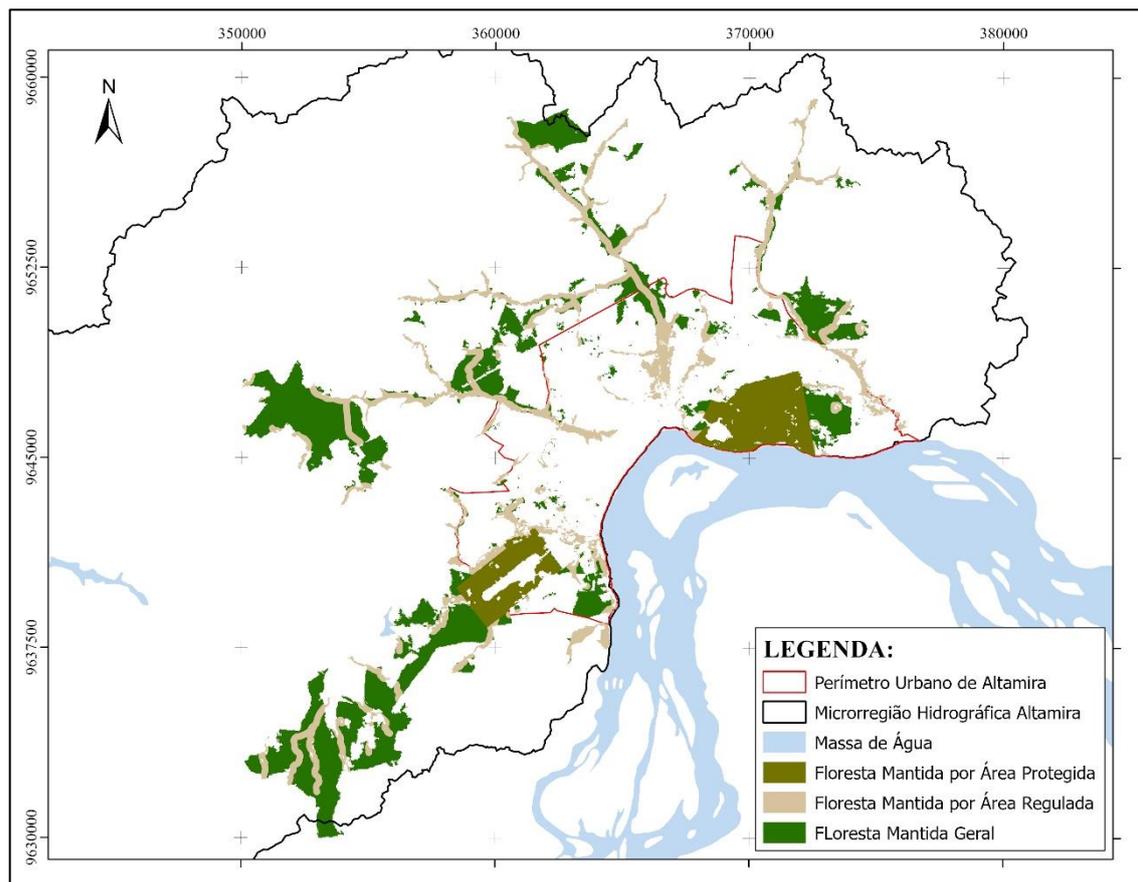
Assim sendo, os valores reais obtidos pela dinâmica espacial são os expressos pelo *Pcon*, descontado o processo de aquisição de áreas para a classe FF.

Uma outra forma de analisar os efeitos no período consolidado 2000 a 2020 é o de avaliar espacialmente a área de Formação Florestal inalterada neste período, conforme demonstra a Figura 24.

A análise espacial consiste em sobrepor a área inalterada de FF com outras áreas protegidas e/ou reguladas. Neste caso cruzamos a área mantida inalterada de FF entre 2000 e 2020 com as áreas: do 51º batalhão de Infantaria de Selva (51BIS), Infraero (Aeroporto de Altamira Mal. Brigadeiro Eduardo Gomes) e faixa de APP dos córregos (30m) acrescida de faixa de amortização de 100m.

As duas áreas preservadas devido a regulamentos externos em perímetro urbano são a área do 51BIS, o qual manteve inalterada, de acordo com análise do MapBiomias Col. 7, um total de 946,82 ha de florestas nativa, seguido da área da Infraero, do terreno destinado ao aeroporto de Altamira, com cerca de 583,03 ha, perfazendo 1.529,85 ha de floresta consolidada preservados.

Figura 24 – Mapa de classificação dos fragmentos de FF inalterados no *Pcon*



Fonte: O autor, 2022

A área inalterada é, sem dúvidas, uma das melhores formas de avaliar o potencial ecológico das áreas em questão, tendo em vista ser aquela onde o ecossistema em equilíbrio não sofreu perturbação. Neste aspecto restam demonstradas a importância e efetividade de áreas com regulação e/ou restrição de uso e acesso, de forma que não necessariamente apenas as que se dispõe na cidade de Altamira, como o caso do 51BIS e da área da Infraero, como, ainda, as áreas de APP, área de amortização e reserva legal.

## 4.2 Métricas de Paisagem

O resultado das métricas de paisagem aplicadas à classe de forma geral, estão expressas na Tabela 13, revelam uma compartimentação da classe traduzida na alteração de 291 para 493 fragmentos de 2000 a 2020, cerca de 69,42% a mais no quantitativo de fragmentos identificados.

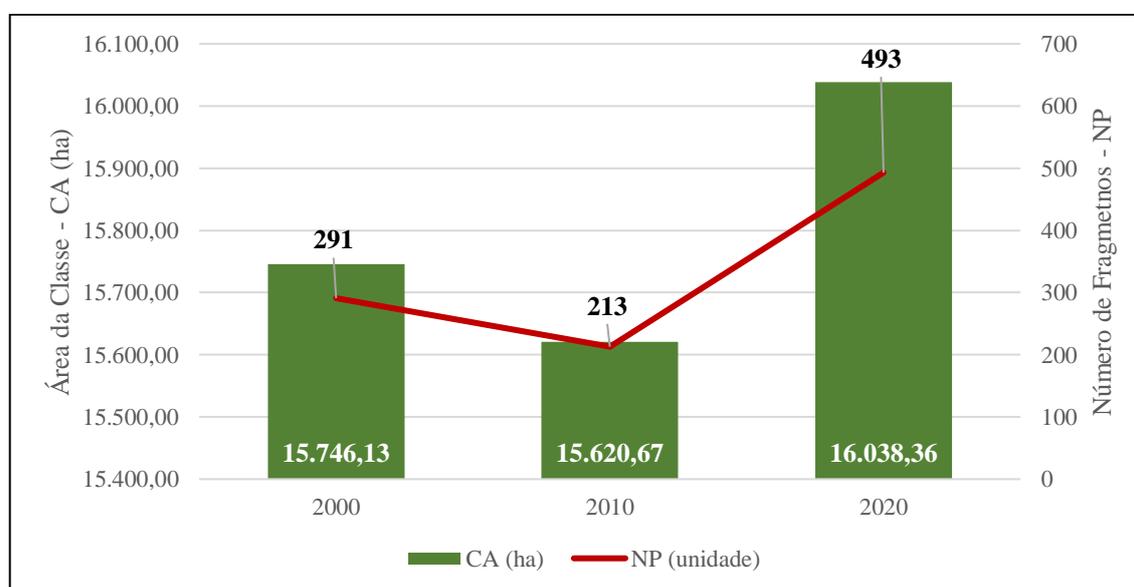
Tabela 13 – Métricas de paisagem aplicadas à classe de cobertura FF

	2000	2010	2020	FF MANT
NP	291	213	493	163
<b>Métricas de Área</b>				
CA (ha)	15.746,13	15.620,67	16.038,36	9.489,51
MPS (ha)	54,11	73,34	32,53	58,22
<b>Métricas de Borda</b>				
TE (m)	1.253.760,00	1.197.000,00	1.354.800,00	879.540,00
ED (m/ha)	79,62	76,63	84,47	92,69
<b>Métricas de Forma</b>				
MSI	1,59	1,68	1,44	1,84
MPFD / MFRAC	1,39	1,38	1,39	1,40

Fonte: O autor, 2022

A evolução do quantitativo de fragmento e área está expresso no Gráfico 2.

Gráfico 2 – Evolução do quantitativo de fragmentos e área de cobertura de FF



Fonte: O autor, 2022

O fenômeno de incremento no quantitativo de fragmentos sugere que a paisagem da sede de Altamira passou por um processo de fragilização, reduzindo a área potencialmente utilizada por populações animais para alimentação, reprodução e abrigo ao fracioná-la em pequenas áreas e estabelecer um evento de descontinuidade como forte ruído da passagem de pessoas, gado ou mesmo interrupção por execução de infraestruturas (MELO *et. al.* (2011, p. 64).

De forma a demonstrar as métricas aplicadas aos fragmentos, passaremos a demonstrar cada ano-base para o qual foram realizadas estas valorações.

#### 4.2.1 ANO-BASE 2000

Iniciando pelo Cenário Ano 2000, é possível identificar que, do quantitativo geral de fragmentos, 96,22% estão classificados como fragmentos pequenos, até 50 ha (cinquenta hectares), Tabela 14.

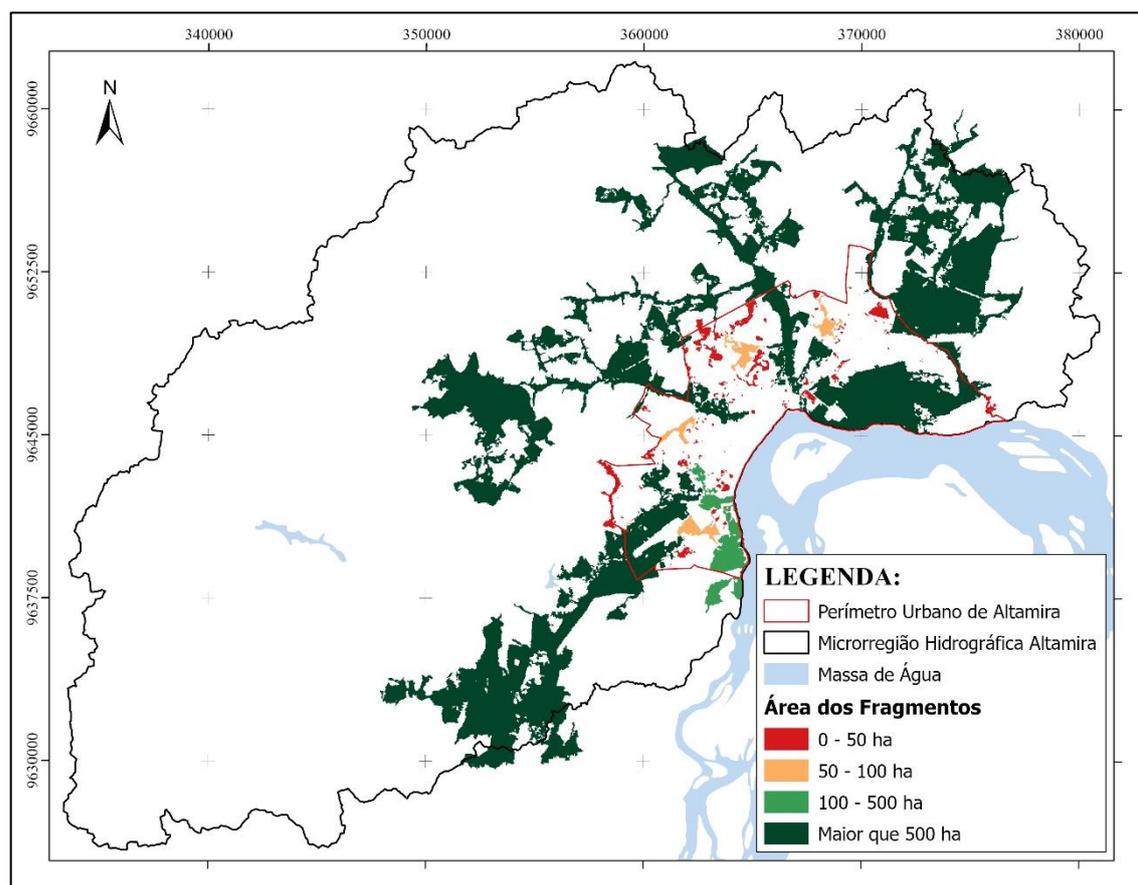
Tabela 14 – Classificação por faixa de área dos Fragmentos de FF para o ano-base 2000

<b>Classe</b>	<b>NP</b>	<b>% NP</b>	<b>Área Total (ha)</b>	<b>% área</b>
0 - 50 ha	280	96,22%	556,38	3,53%
50 - 100 ha	4	1,37%	310,41	1,97%
100 - 500 ha	3	1,03%	507,69	3,22%
Maior que 500 ha	4	1,37%	14.371,65	91,27%
<b>Total</b>	<b>291</b>	<b>100,00%</b>	<b>15.746,13</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: O autor, 2022

Embora os fragmentos menores detenham a maioria da representação do quantitativo total de fragmentos, mais de 90% da área total da classe Formação Florestal se encontra preservada em 4 grandes fragmentos, indicando que nestas áreas há uma condição adequada de manutenção da diversidade de espécies animais e vegetais, conforme evidenciado na Figura 25.

Figura 25 – Mapa de classificação por área dos fragmentos de FF no ano-base 2000



Fonte: O autor, 2022

Avaliando o distanciamento entre fragmentos, que nos permite identificar o grau de isolamento e, portanto, a fragilidade deste em se manter inalterado, os fragmentos foram classificados em 3 grupos, sem distanciamento, para os fragmentos únicos, distantes até 100m e distantes mais que 100m. Os resultados estão expressos na Tabela 15.

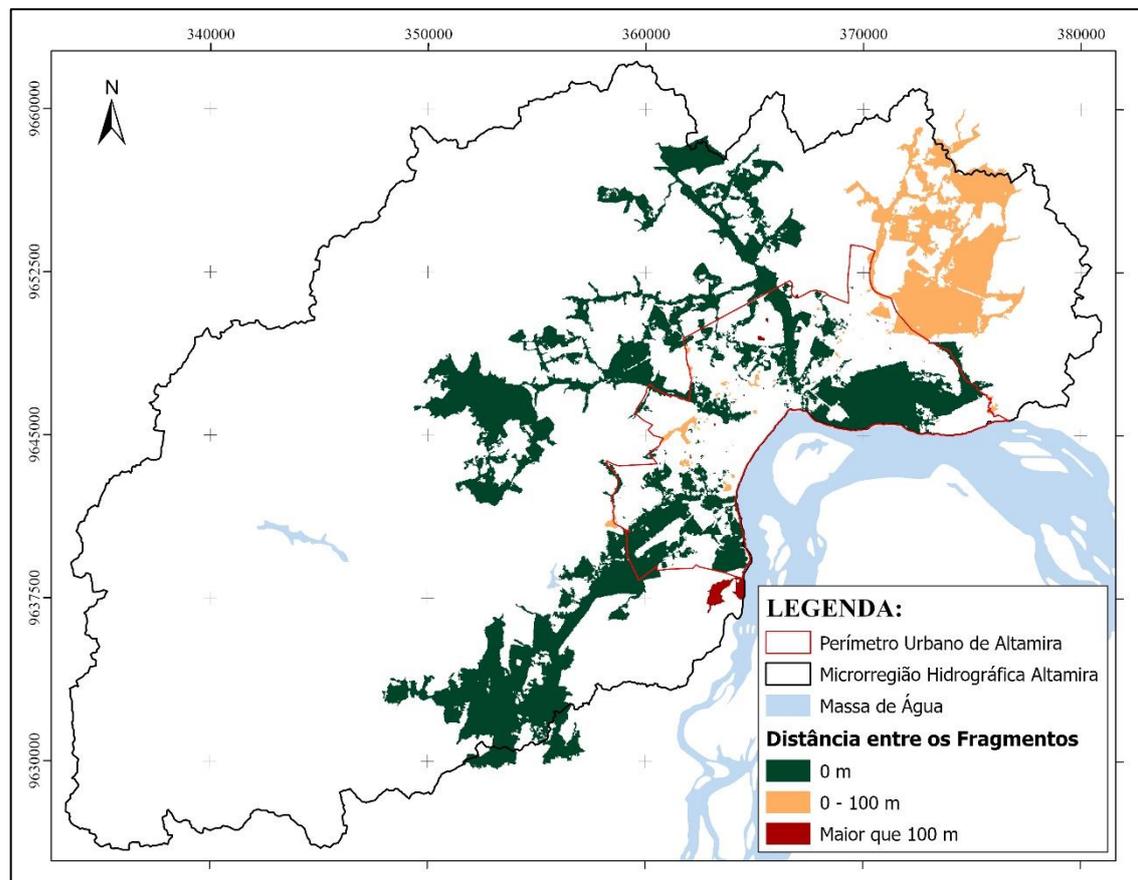
Tabela 15 – Classificação por faixa de distanciamento dos Fragmentos de FF para o ano-base 2000

Classe	NP	% NP	Área Total (ha)	% área
0 m	201	69,07%	12.208,23	77,53%
0 - 100 m	67	23,02%	3.403,62	21,62%
Maior que 100 m	23	7,90%	134,28	0,85%
<b>Total</b>	<b>291</b>	<b>100,00%</b>	<b>15.746,13</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: O autor, 2022

Os fragmentos segregados foram especializados na Figura 26.

Figura 26 – Mapa de classificação por distanciamento dos fragmentos de FF em 2000



Fonte: O autor, 2022

Ao analisar a Tabela 15 podemos identificar que os maiores fragmentos estão inclusos na classe sem distanciamento de outros fragmentos, demonstrando que aproximadamente 77,53% da área de cobertura florestal para o ano de análise se com possível função ecossistêmica mantida, enquanto que 23 fragmentos menores, que representam menos de 1% da área de cobertura, estão isolados a mais de 100m de outros fragmentos, indicando um fragmento de floresta sem função ecossistêmica.

#### 4.2.2 ANO-BASE 2010

Partindo para a análise do Cenário Ano 2010, o quantitativo geral de fragmentos pequenos, até 50 ha (cinquenta hectares) passou a ser de 206, representando uma área de cobertura de aproximadamente 421,11ha.

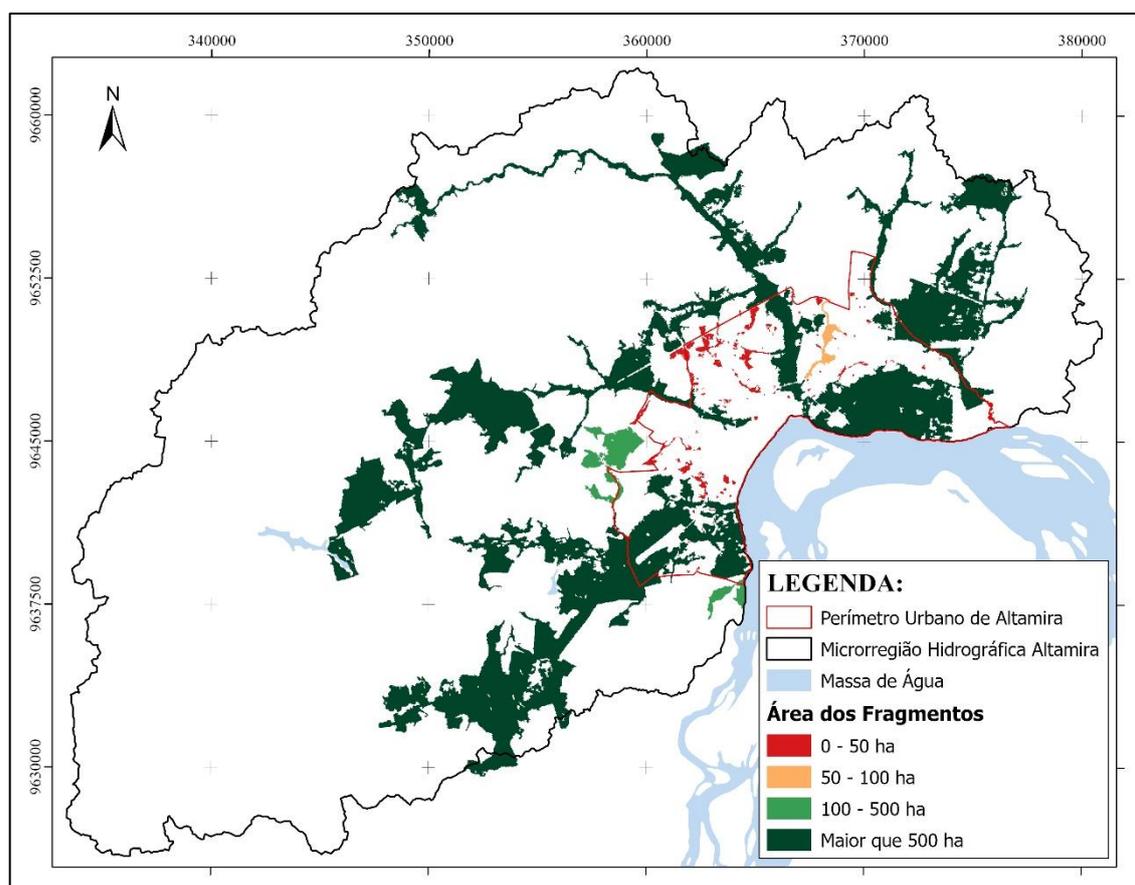
Tabela 16 – Classificação por faixa de área dos Fragmentos de FF para o ano-base 2010

Classe	NP	% NP	Área Total (ha)	% área
0 - 50 ha	206	96,71%	421,11	2,70%
50 - 100 ha	1	0,47%	99,54	0,64%
100 - 500 ha	2	0,94%	494,01	3,16%
Maior que 500 ha	4	1,88%	14.606,01	93,50%
<b>Total</b>	<b>213</b>	<b>100,00%</b>	<b>15.620,67</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: O autor, 2022

Embora os fragmentos menores detenham a maioria da representação do quantitativo total de fragmentos, mais de 93% da área total da classe Formação Florestal se encontra preservada, ainda em 4 grandes fragmentos, indicando que nestas áreas há uma condição adequada de manutenção da diversidade de espécies animais e vegetais, conforme evidenciado na Figura 27.

Figura 27 – Mapa de classificação por área dos fragmentos de FF no ano-base 2010



Fonte: O autor, 2022

Avaliando o distanciamento entre fragmentos para este ano-base, verificou-se que o grau de isolamento mais distantes que 100m representa apenas 10,80% do total de fragmentos e apenas 0,21% do total de área da classe. Os resultados estão expressos na Tabela 17.

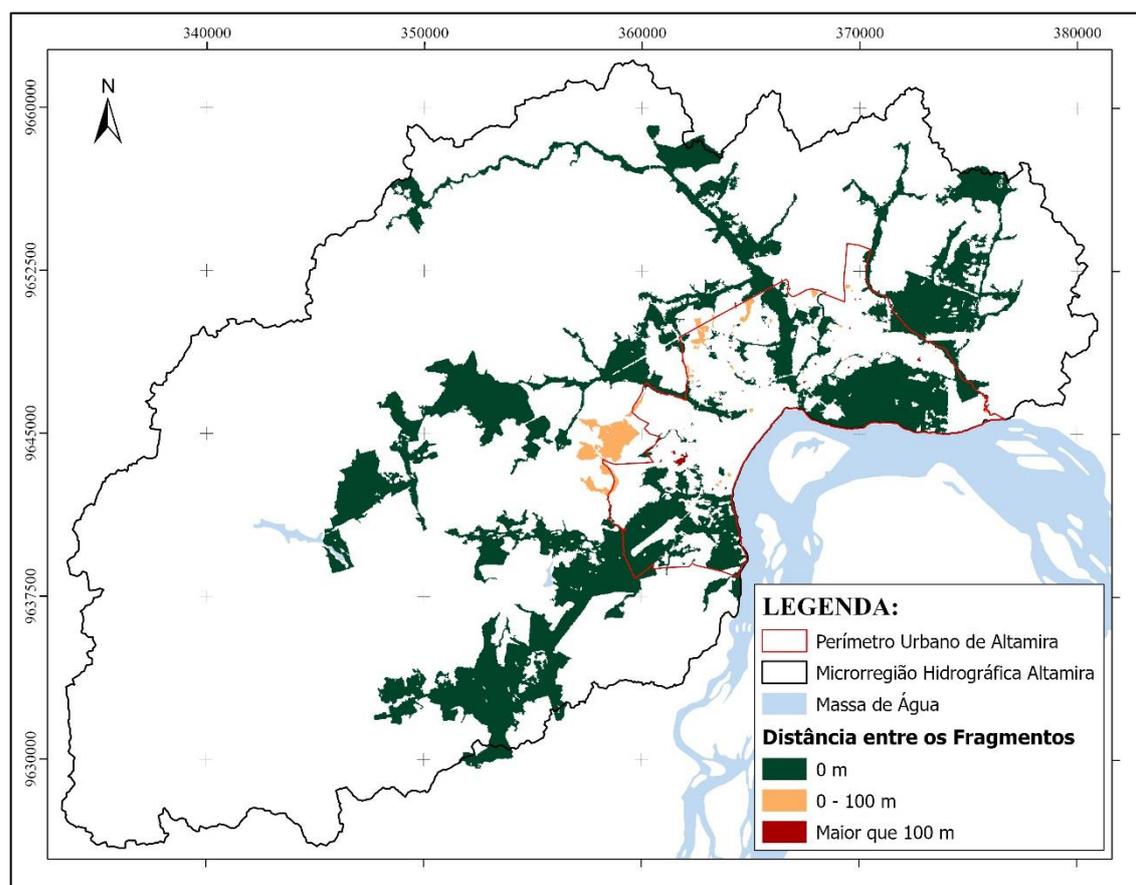
Tabela 17 – Classificação por faixa de distanciamento dos Fragmentos de FF para o ano-base 2010

Classe	NP	% NP	Área Total (ha)	% área
0 m	146	68,54%	15.049,71	96,34%
0 - 100 m	44	20,66%	538,65	3,45%
Maior que 100 m	23	10,80%	32,31	0,21%
<b>Total</b>	<b>213</b>	<b>100,00%</b>	<b>15.620,67</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: O autor, 2022

Os fragmentos segregados foram especializados na Figura 28.

Figura 28 – Mapa de classificação por distanciamento dos fragmentos de FF em 2010



Fonte: O autor, 2022

Ao analisar a Tabela 17 podemos identificar que os maiores fragmentos estão inclusos na classe sem distanciamento de outros fragmentos, demonstrando que aproximadamente 68,54% da área de cobertura florestal para o ano de análise se com possível função ecossistêmica mantida, enquanto que 23 fragmentos, representando aproximadamente 0,21% da área de cobertura, estão isolados a mais de 100m de outros fragmentos, indicando um fragmento de floresta sem função ecossistêmica.

#### 4.2.3 ANO-BASE 2020

Finalizando a análise de métricas de fragmentos no ano-base 2020, é possível identificar que, do quantitativo geral de fragmentos, 96,22% estão classificados como fragmentos pequenos, até 50 ha (cinquenta hectares), Tabela 18.

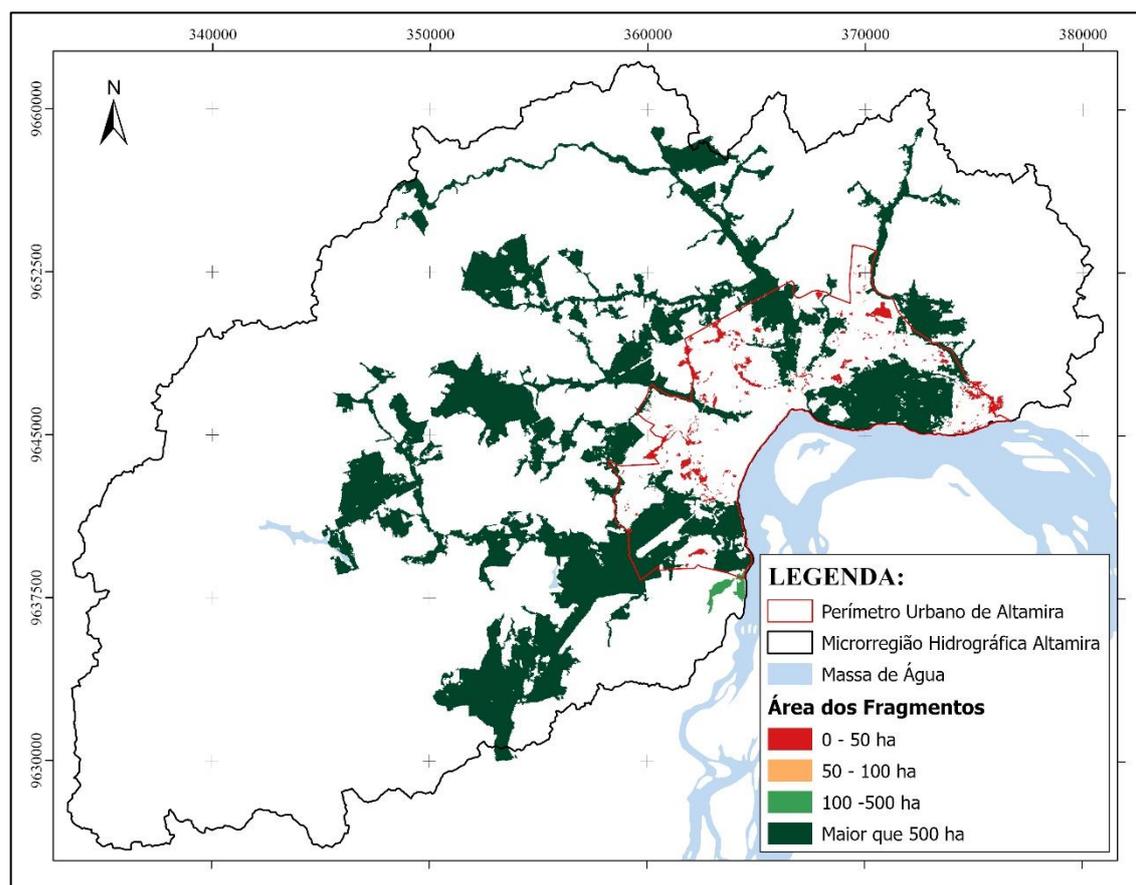
Tabela 18 – Classificação por faixa de área dos Fragmentos de FF para o ano-base 2020

<b>Classe</b>	<b>NP</b>	<b>% NP</b>	<b>Área Total (ha)</b>	<b>% área</b>
0 - 50 ha	488	98,99%	578,25	3,61%
50 - 100 ha	0	0,00%	-	0,00%
100 - 500 ha	1	0,20%	104,58	0,65%
Maior que 500 ha	4	0,81%	15.355,53	95,74%
<b>Total</b>	<b>493</b>	<b>100,00%</b>	<b>16.038,36</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: O autor, 2022

Embora os fragmentos menores detenham quase que a totalidade do quantitativo de fragmentos, aproximadamente 99% da área total da classe Formação Florestal, a área preservada, cerca de 95,74% da cobertura total da classe, se traduz nos mesmos 4 grandes fragmentos, conforme evidenciado na Figura 29.

Figura 29 – Mapa de classificação por área dos fragmentos de FF no ano-base 2020



Fonte: O autor, 2022

Concluindo o último cenário de distanciamento entre fragmentos, para o ano-base 2020, tem-se os resultados expressos na Tabela 19.

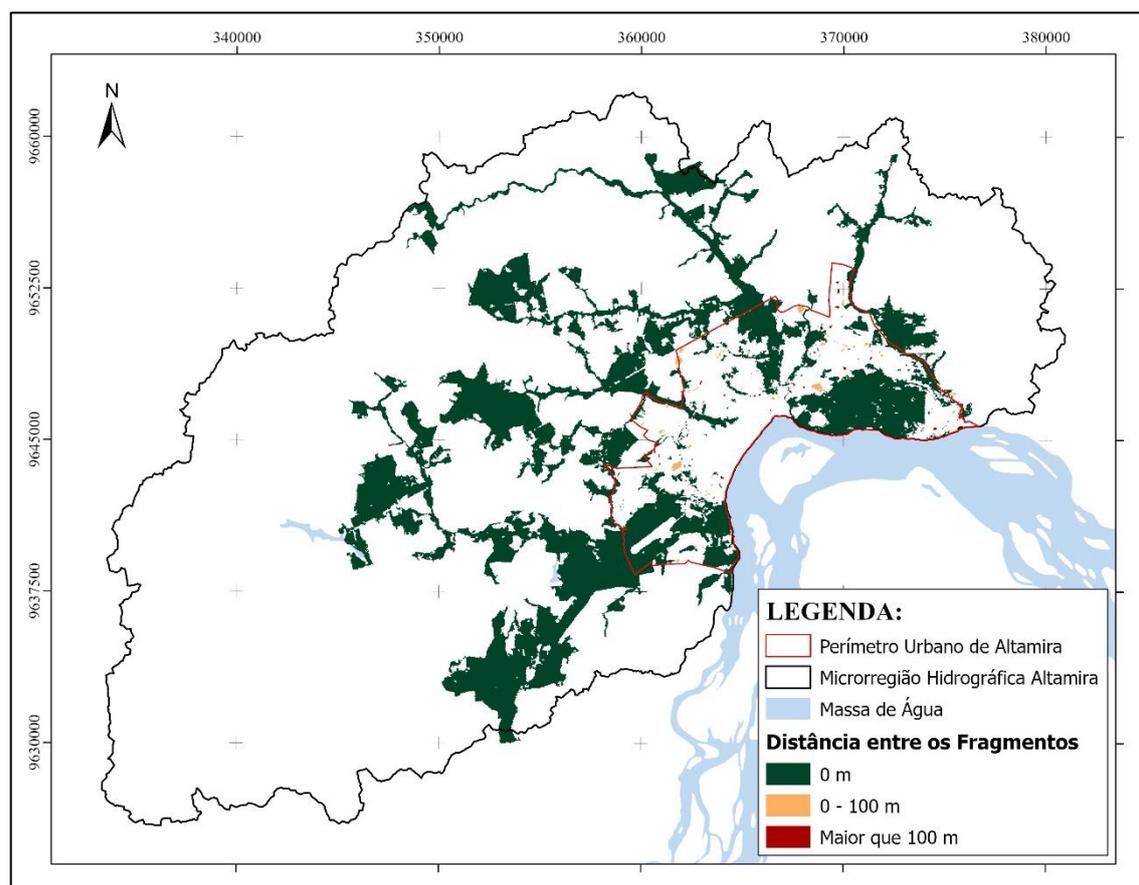
Tabela 19 – Classificação por faixa de distanciamento dos Fragmentos de FF para o ano-base 2020

Classe	NP	% NP	Área Total (ha)	% área
0 m	337	68,36%	15.908,49	99,19%
0 - 100 m	119	24,14%	106,11	0,66%
Maior que 100 m	37	7,51%	23,76	0,15%
<b>Total</b>	<b>493</b>	<b>100,00%</b>	<b>16.038,36</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: O autor, 2022

Os fragmentos segregados foram especializados na Figura 30.

Figura 30 – Mapa de classificação por distanciamento dos fragmentos de FF em 2000



Fonte: O autor, 2022

De forma similar aos dois outros anos-base, os maiores fragmentos estão inclusos na classe sem distanciamento, aproximadamente 99,19% da área de cobertura florestal para o ano de análise. Já os demais 37 fragmentos, com distanciamento superior a 100m de outro, representam área de cobertura de cerca de 0,15% da área total da classe.

### 4.3 Cenários Prognósticos

Os cenários de prognose nos apontam, sob um critério determinado, quais as aptidões dos fragmentos de FF com base em um conjunto de fatores predeterminados. Aplicando a metodologia descrita na seção 3.5, apresentaremos os cenários para cada ano-base, bem como a avaliação se o cenário foi consolidado ou não no ano-base, seguinte, com exceção do ano-base 2020, que não possui posterior.

A Tabela 20 apresenta o quantitativo geral de área dos fragmentos por aptidão encontrada.

Tabela 20 – Quantitativo geral de área dos fragmentos por aptidão

<b>Aptidão</b>	<b>2000</b>	<b>2010</b>	<b>2020</b>
Preservação	11.238,57	14.550,21	15.360,39
Regulação de Uso	3.848,58	691,38	490,95
Supressão	94,05	134,28	85,14
<b>Total</b>	<b>15.181,20</b>	<b>15.375,87</b>	<b>15.936,48</b>

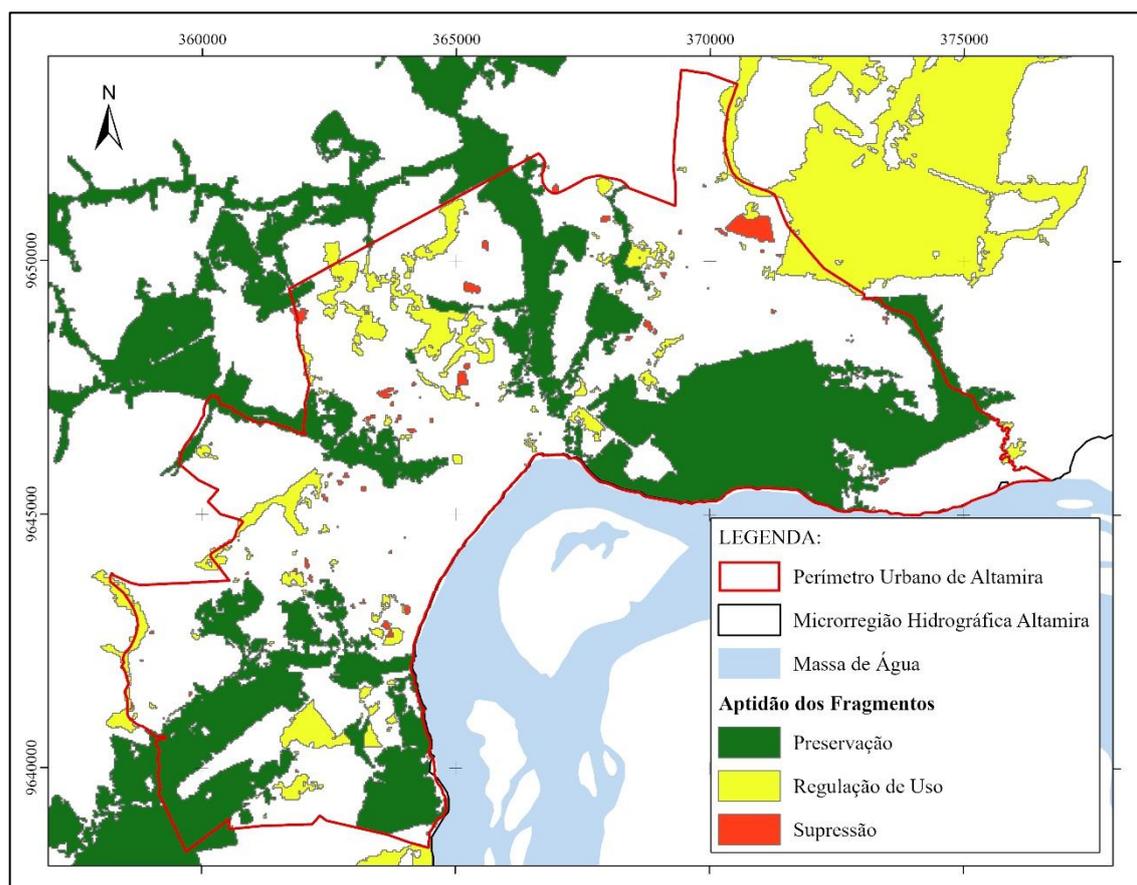
Fonte: O autor, 2022

Identifica-se que os maiores fragmentos passaram por processo de incorporação ou regeneração ao longo dos períodos de análise, de forma que a área da aptidão à Preservação aumentou ao longo dos períodos avaliados, ao passo que a área com aptidão para supressão sofreu variação irregular, aumentando o quantitativo de área de FF passível de supressão em 2010 e tornando a recuar em 2020.

O produto da análise ponderada de pesos para ano-base 2000, expresso na Figura 30, aponta a classificação final dos fragmentos de FF. É notório que todos os fragmentos assinalados com a aptidão para supressão estão localizados dentro dos limites do perímetro urbano municipal, portanto, suscetíveis às lógicas de uso e ocupação do solo urbano, fator que pode variar consideravelmente a depender dos interesses expressos da Administração Municipal, como do interesse particular, se detentor da área, conforme indicação de exploração do solo.

De um total de 319 fragmentos, 71 fragmentos foram identificados com o potencial para Supressão, enquanto que 236 para Regulação de Uso e 12 como Preservação.

Figura 31 – Mapa de prognóstico dos fragmentos de FF em 2000



Fonte: O autor, 2022

Como foco principal da análise, nos pautaremos em identificar apenas se o prognóstico de Supressão se confirma no Ano-base seguinte. A Tabela 21 apresenta a análise para o Cenário *Pant* (2000 a 2010).

Tabela 21 – Análise da concretização dos prognósticos de supressão de 2000 para 2010

<b>Efeito</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>% área</b>
Supressão Consolidada	50,49	53,68%
Supressão não Consolidada	43,56	46,32%
<b>Total</b>	<b>94,05</b>	<b>100,00%</b>

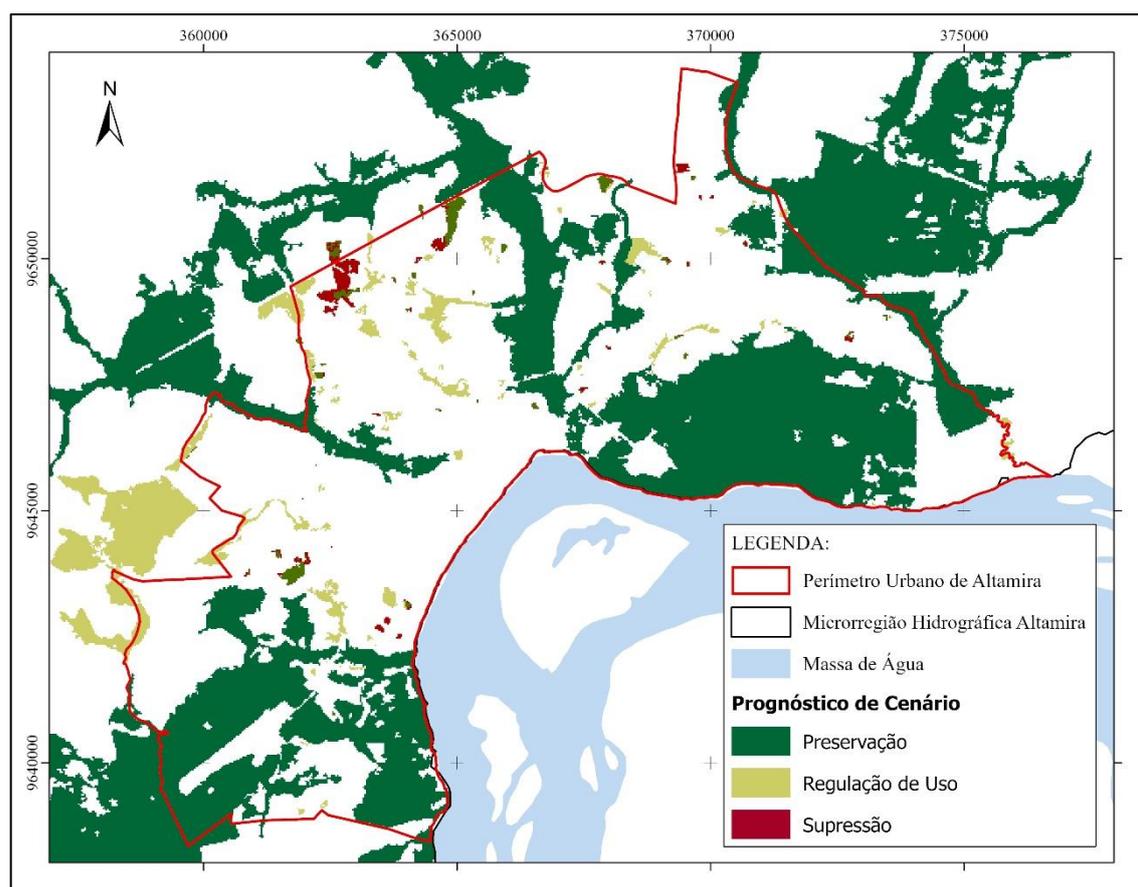
Fonte: O autor, 2022

Analisando individualmente os fragmentos do cenário, identificamos que o maior fragmento corresponde a 32,94 ha com o efeito de Supressão não Consolidada, representando 76% da área total mantida, apesar do cenário indicar aptidão para supressão. O fragmento em questão se apresenta como reserva legal de uma propriedade rural incrustada em área urbana.

Para ano-base 2010, na Figura 32, repete-se o indicativo de que os fragmentos assinalados com a aptidão para supressão estão localizados dentro dos limites do perímetro urbano municipal, exceto alguns que extrapolam a delimitação política do perímetro urbano para a área da MRHA, portanto, igualmente suscetíveis às lógicas de uso e ocupação do solo urbano.

De um total de 240 fragmentos, 58 fragmentos foram identificados com o potencial para Supressão, enquanto que 168 para Regulação de Uso e 14 como Preservação.

Figura 32 – Mapa de prognóstico dos fragmentos de FF em 2010



Fonte: O autor, 2022

A Tabela 22 apresenta a análise para o Cenário *Ppos* (2010 a 2020), apenas para os fragmentos com aptidão para supressão.

Tabela 22 – Análise da concretização dos prognósticos de supressão de 2000 para 2010

<b>Efeito</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>% área</b>
Supressão Consolidada	66,33	49,40%
Supressão não Consolidada	67,95	50,60%
<b>Total</b>	<b>134,28</b>	<b>100,00%</b>

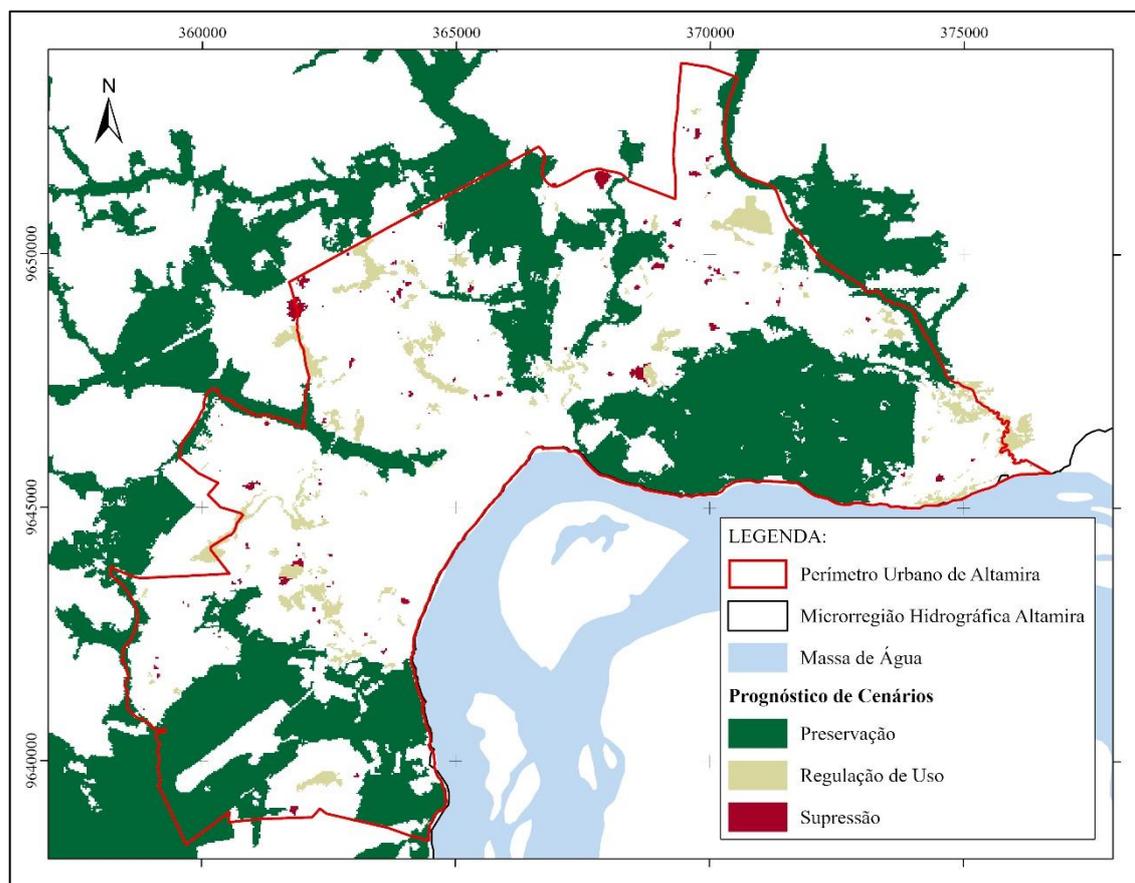
Fonte: O autor, 2022

A análise individualmente dos fragmentos do cenário, retornou um indicativo diferente do cenário anterior, no qual o maior fragmento, com 27,81 há, está inserido no efeito de Supressão Consolidada, representando 42% da área total alterada.

Por fim, para o ano-base 2020, na Figura 33, repete-se o indicativo de que os fragmentos assinalados com a aptidão para supressão estão localizados dentro dos limites do perímetro urbano municipal.

De um total de 508 fragmentos, 115 fragmentos foram identificados com o potencial para Supressão, enquanto que 388 para Regulação de Uso e 05 como Preservação.

Figura 33 – Mapa de prognóstico dos fragmentos de FF em 2020



Fonte: O autor, 2022

Não há cenário consolidado para o prognóstico realizado para o ano-base 2020 tendo em vista que não há, ainda, período posterior para análise. Desta forma há apenas a indicação de que a área total com aptidão a supressão é de 85,14 ha.

## 5 DISCUSSÃO

Podemos, aqui, dividir a discussão em dois pontos: a questão ambiental e o uso do solo. A questão ambiental propõe avaliar os resultados do ponto de vista da manutenção do equilíbrio ecológico necessário à sobrevivência das espécies, inclusive o homem, que, ao se estabelecer em um local e se apropriar da paisagem transformando-a em território, tem no ecossistema local os recursos necessários à sua subsistência (água, ar limpo, etc.).

Por outro lado, a avaliação do ponto de vista do uso do solo propõe uma avaliação pautada nas ações sociais e culturais, perpassando pela vontade política, pelo imaginário social e pela exploração econômica do meio.

### 5.1 A questão ambiental

Do ponto de vista ecológico a análise dos resultados da presente investigação nos demonstra que somente a avaliação espacial dos dois períodos de análise, *Pant* e *Ppos*, não traduzem a real situação da dinâmica ambiental da Formação Florestal no recorte espacial utilizado, de forma que outras metodologias se fazem necessárias para a consolidação de um cenário.

Os resultados espaciais demonstraram que para ambos os períodos houve incremento e decremento do quantitativo de área definida como Formação Florestal nos dando a entender que a metodologia adotada pelo MapBiomas Col. 7, não é suficiente para responder às questões na escala média ou local de análise, sendo necessário a realização de investigações complementares.

Por outro lado, a disponibilidade gratuita e já processada da ferramenta permite aos gestores e responsáveis intermediários do processo de tomada de decisão acesso a dados qualificados de forma veloz e compatíveis com a escala de análise.

Dada a avaliação de um período consolidado, *Pcon*, restaram dúvidas quanto a real classificação das áreas de perda e ganho, visto que podem se traduzir como alteração de subclasses de cobertura do solo não tratadas no projeto MapBiomas Col. 7, como: formação de capoeira (pasto sujo) ter sido considerado incremento de FF, bem como a limpeza de área de capoeira ser considerado conversão de FF.

Tais dúvidas somente poderiam ser sanadas se realizadas fossem, classificações em produtos de sensoriamento remoto para os anos de análise como forma de contraponto e correção da escala de análise.

A avaliação espacial consolidada demonstra a FF mantida entre os anos de 2000 e 2020, sendo o principal fator de análise do potencial ecológico da área de estudo. Conforme Pereira, Kudo e Silva (2018), a área inalterada é aquela com maior capacidade de conservação e preservação das espécies animais e vegetais da região, visto que não sofreu efeito borda, nem sérias intervenções na área geral, indicando a manutenção dos habitats e das condições de segurança e competição das espécies por espaço e recursos.

A análise das métricas, por outro lado, nos permite observar a condição de manutenção de ecossistema por outros parâmetros, neste caso o de classificação dos fragmentos por área, no qual podemos identificar que em todos os anos-base não há perda dos 4 maiores fragmentos, embora haja notável variação no quantitativo geral de fragmentos (NP).

Em todos os 3 anos-base se percebe que o maior quantitativo de fragmentos, mais que 96% em todas as avaliações, diz respeito aos fragmentos pequenos, menores que 50 ha, mantendo somente nesta classe toda a variação de fragmentos. Importante salientar, ainda, que esta variação ocorre, quando não exclusivamente no perímetro urbano, em sua margem, indicando que a variação está associada à lógica urbana.

O processo pode ocorrer devido à conversão de pequenas áreas, seccionando extremidades de um fragmento, para criação de porções menores, ou mesmo pelo entendimento do algoritmo de MapBiomas em passar a identificar áreas menores verdes urbanas, pomares, praças, etc. Esta última alternativa pode ser justificada pelo fato de o processo fragmentação e de ganho de área de FF entre os anos não resultar de áreas demarcadas como Urbanização Intensa.

Os cenários de prognose, para a questão ambiental, demonstram que a existência de regulamentos de restrição de uso ou proteção de áreas contribui sobremaneira para a manutenção da classe FF. Os maiores fragmentos com aptidão para Restrição de Uso no cenário do ano-base 2000 foram conectados a outros fragmentos de FF, mudando de aptidão por Preservação.

Apesar deste fato um dos maiores fragmentos marcados como de Restrição de Uso em 2000 passou por um processo de conversão, perdendo grande parte de sua área para outra classe de cobertura do solo.

Apesar de a regulação de uso se expressar, na região, pelos fatores APP e Reserva Legal, conforme o Novo Código Florestal Brasileiro, e, ainda, pela Cota de segurança contra alagamentos da UHE Belo Monte, cota altimétrica 100,00m, o fragmento em questão sofreu grande perda, devido a fatores associados ao uso do solo.

Metzger (2001, p. 5) afirma que “a análise em ecologia de paisagens é o reconhecimento da existência de uma dependência espacial entre as unidades da paisagem”, no qual as interações entre classes e fragmentos determinam o funcionamento ecológico desta. Os cenários de prognose não se concretizaram, no todo, mas aproximadamente metade dos fragmentos assinados com aptidão para supressão se mantiveram inalterados entre os cenários obtidos, de forma que as mudanças ocorreram nas bordas dos demais fragmentos médios e grandes.

Este resultado indica que devem ser realizadas novas investigações, por meio de outras metodologias, para identificação dos fatores que levaram à não concretização dos cenários, se decorre de fator natural, não identificado devido à escala de análise, ou se socioeconômico, relacionado às oportunidades de exploração.

Odum e Barret (2011, p. 818) expressam que o domínio da natureza pelo homem é instável visto que o homem não aceita, de imediato, que exista um grau ótimo de dependência ecológica, no qual o território e os recursos devem ser compartilhados com outros organismos.

Este pensamento pode ser verificado a partir de um outro ponto de discussão: a partir de que ponto um ecossistema é desejável estando incrustado na área urbana? A pergunta se faz necessária tendo em vista que várias das espécies presentes nestes fragmentos de floresta, principalmente as relacionadas aos cursos hídricos, possuem potencial de ser vetores de doenças e elementos de risco, aumentando o índice de vulnerabilidade das comunidades humanas situadas próximas, como é o caso da presença de sapos, cobras, macro e micro-invertebrados presentes nas áreas ripárias.

Esta discussão, apesar de não ser o foco da presente pesquisa, tem de ser encarada como, no mínimo, complementar, tendo em vista que a topofilia se torna fator determinante na preservação dos espaços verdes restantes, bem como são necessárias

## **5.2 Os usos do solo**

A avaliação a partir da ótica do aproveitamento do solo, dos espaços e recursos disponíveis para uso socioeconômico e cultural, se faz importante visto que a condição de

conversão de uma porção de floresta em outra classe de cobertura, ou mesmo o processo inverso, dependem de uma intenção particular ou coletiva, ligadas à função social do espaço.

Embora existam regulamentos e leis que determinem a proteção de vegetação marginal a cursos hídricos, há, do mesmo modo, forma de transpor estes regulamentos e fazer uso destes espaços, haja vista as permissões de supressão de vegetação de APP previstas no código florestal.

Semelhantemente, as iniciativas de pagamento por serviços ambientais de uma propriedade rural podem servir de incentivo para manutenção ou recuperação de faixa de vegetação já suprimida.

De toda forma, sem a intenção de um indivíduo ou de um grupo, ou mesmo de um processo de fiscalização sobre um dado regulamento, não se perceberia a modificação da paisagem conforme avaliada. Odum e Barret (2011, p. 670) salientam que os reflexos da má utilização do solo, entenda-se, do uso e cobertura do solo, por uma dada população afeta toda a coletividade, ao passo que os custos de indisponibilidade e reabilitação serão pagos por todos.

Tanto na avaliação espacial, ressalvadas as observações realizadas anteriormente, quanto na gestão das métricas, é possível identificar que a maior área modificada, para ganho ou perda, de Formação Florestal se deu em função da classe Pastagem. Esta, por sua vez, não sugere apenas o uso do solo para fins de pecuária, mas descreve um terreno coberto por vegetação gramínea ou arbustiva, para os quais os vazios urbanos se identificam.

Os vazios urbanos são, por sua vez, remanescentes de propriedades rurais exauridas ou abandonadas já incrustadas em perímetro urbano. A proximidade com o centro urbano e com a uma maior circulação de pessoas torna inviável o uso do solo agropecuário, restando a estas propriedades apenas o parcelamento do solo como alternativa de uso.

É justamente neste processo de conversão de conversão de rural para urbano que os fragmentos de floresta que estão regulamentados como reserva legal ou APP passam a ser suprimidos, dando lugar a lotes vagos (pastagem) e infraestrutura urbana (vias de circulação).

Embora esta alteração do uso de dada propriedade parta do interesse de um particular e que a legislação aplicável ao parcelamento do solo não disponha de instrumentos para impedimento da execução, caso o interessado cumpra as exigências legais, se a Administração Pública não acompanhar o processo, cada vez mais áreas serão parceladas, levando a população a adquirir e conseqüentemente a ocupar áreas incompatíveis com o uso

urbano ou se espalhando espacialmente, dificultando o acesso a recursos essenciais e provocando a degradação pontual do ecossistema próximo.

Neste cenário, a execução da UHE Belo Monte provocou, como impacto ambiental negativo previsto no EIA, o crescimento de parcelamentos do solo para fins urbanos, processo identificado pelas avaliações propostas por esta pesquisa de forma genérica.

A análise espacial revelou que grande parte da perda de floresta nativa para uso urbano ocorreu em função de necessidades induzidas diretamente pela instalação da UHE Belo Monte, tendo em vista que a expansão urbana e aproveitamento de vazios urbanos se deu em função da necessidade de criação de assentamentos urbanos para pessoas realocadas de áreas de risco, bem como do processo natural de oferta de lotes independentes e da inviabilidade da produção agropecuária em áreas urbanas.

Não se notou uma discrepância na alteração de classes entre a MRHA e o perímetro urbano, demonstrando que ambas as delimitações passaram por mudanças orientadas pelas mesmas lógicas políticas, econômicas e sociais.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Uma vez que a paisagem, conforme definida nesta pesquisa, se constitui de um conjunto de alterações espaciotemporais realizadas por uma sociedade em um meio natural, se constituindo, assim, de um sistema de interações, compreende-se que não há uma definição de uso pré-determinada que continue representando os interesses sociais, econômicos, culturais e ecológicos indefinidamente.

Se faz necessário que a Administração Pública e a academia realizem estudos com vistas a execução de um Planejamento Urbano Ambiental, que possa responder às necessidades de segurança e controle de vetores de doenças provenientes de habitats impactados pelos processos de uso humano, iniciando pelo diagnóstico completo dos serviços ecossistêmicos providos por cada fragmento, os quais podem significar melhoria da qualidade de vida urbana, como manutenção do equilíbrio ecológico essencial ao ecossistema, para os fragmentos maiores e localizados fora do perímetro urbano, tendo em vista que se constituem de importante classe de ocupação do solo para as interbacias hidrográficas analisadas.

O resultado da pesquisa aponta para uma recomposição dos ecossistemas ripários por meio da incorporação de fragmentos de floresta clímax, com potencial de desempenho de

serviços ecológicos, em fragmentos maiores, possibilitando a formação de corredores ecológicos maiores, nos quais as espécies passam a dispor de mais áreas para seu habitat.

A participação popular no processo de diagnóstico, prognóstico e fixação de normas locais é indispensável para que os resultados desejados sejam obtidos em ambas as vertentes, manutenção do equilíbrio ecológico e aproveitamento do solo, ao mais próximo possível do conceito de sustentabilidade. Sendo a sociedade o elo que une o ambiente natural ao território antropizado, ao compreender a paisagem em que vive diariamente a coletividade poderá exercer suas funções de regulação e tomada de decisão de forma natural e harmônica.

O presente estudo, portanto, vem a somar, a partir do entendimento dos efeitos causados na classe de cobertura do solo Formação Florestal relacionados com o perímetro urbano municipal visando o médio prazo passado, na compreensão da dinâmica do sistema urbano-ambiental da cidade de Altamira.

A elaboração de um cenário prognóstico não encerra a discussão, mas a amplifica, haja vista que a partir de um olhar direcionado poderão ser executados novos estudos aprofundando ou ampliando as análises, colaborando, por fim, ao processo de tomada de decisão orientada à manutenção da qualidade de vida, desenvolvimento econômico e conservação ambiental na área da MRHA.

## BIBLIOGRAFIA

ALBUQUERQUE, Emanuel Lindemberg Silva; MEDEIROS, Cleyber Nascimento de; GOMES, Daniel Dantas Moreira; e SOUZA, Marcos José Nogueira. **Monitoramento da dinâmica territorial urbana do município de horizonte, estado do Ceará/Brasil**. IV Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife, 2012.

ALMEIDA, Thiara Messias de. **ANÁLISE GEOSISTÊMICA APLICADA AO ESTUDO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO JOÃO DE TIBA, BAHIA**. 2014. 268 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

ALTAMIRA. SECRETARIA DE PLANEJAMENTO. **Plano diretor de Altamira – Volume II: processo de revisão do Plano diretor de Altamira**. Altamira, Dezembro de 2010.

ALVES, Telma Lucia Bezerra; AZEVEDO, Pedro Vieira de. **Estudos de bacias hidrográficas como suporte a gestão dos recursos naturais**. Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal, v. 10, n. 2, p. 166-184, mar. /abr. 2013.

AMORIM, Raul Reis. Um novo olhar na geografia para os conceitos e aplicações de geossistemas, sistemas antrópicos e sistemas ambientais. **Educação ambiental em ação**. Editores: Berenice Gehlen Adams, Sandra Maria Martins Barbosa, Solange T. de Lima Guimarães. v.XVI, n. 45 (2013)- Novo Hamburgo, RS.

ANA (Agência Nacional de Águas). **GEO Brasil: Recursos Hídricos**. Brasília: MMA; ANA, 2007. Componente da Série de Relatórios sobre o Estado e Perspectivas do Meio Ambiente no Brasil.

ANJOS, Rafael Sanzio Araújo dos. **SIG e dinâmica territorial: modelagem dos processos formadores do crescimento urbano em metrópoles brasileiras**. Disponível em: <<http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal6/Nuevastechnologias/Sig/740.pdf>.> Acesso em: 17 de agosto de 2016.

ARAÚJO, Alan Nunes. **ANÁLISE INTEGRADA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ARAGUARI - AP: subsídios ao planejamento ambiental**. 2019. 280 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Pará, Belém, 2019.

ASSUNÇÃO, Ana Cristina. **Áreas de expansão urbana e a necessidade de manutenção da reserva legal e o seu aproveitamento em área verde**. Revista Jus Navigandi, ISSN 1518-4862, Teresina, ano 22, n. 5264, 29 nov. 2017. Disponível em: <https://jus.com.br/artigos/61711>. Acesso em: 4 jan. 2021.

BARRA, O.A. de O.L.; SILVA, F.E. de S.; VASCONCELOS, F.P. **Análise sistêmica da paisagem e sua aplicabilidade ao estudo do litoral**. Revista GeoUECE - Programa de Pós-Graduação em Geografia da UECE Fortaleza/CE, v. 3, n° 4, p. 84-109, jan./jun. 2014. Disponível em <http://seer.uece.br/geoece>.

BARROS, Marcelo Paes de. **Métricas da paisagem como ferramenta de avaliação dos efeitos da urbanização na estrutura da paisagem: o caso de Cuiabá, Brasil.** Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental, Florianópolis, v. 7, n. 4, p. 411-432, out/dez. 2018.

BECKER, Bertha. **A urbe amazônica: a floresta e a cidade.** Rio de Janeiro: Garamond Universitária, 2013. 88 p.

BELO SUN MINERAÇÃO LTDA. **Rima Projeto Volta Grande.** Senador José Porfírio: Belo Sun Mineração Ltda, 2012.

BERTALANFFY, L. V. **Teoria Geral dos Sistemas: fundamentos, desenvolvimento e aplicação.** Petrópolis: Vozes, 1975.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**, São Paulo, USP-IGEO, n. 13, p. 1-27, 1971.

BERTRAND, G. Paysage et géographie physique globale: esquisse méthodologique. **Revue Géographique des Pyrénées et Sud-Ouest**, v. 39, n. 3, p. 249-272, 1968.

BERTRAND, Georges. **Composer un paysage, c'est recomposer une géographie.** In: Géographes associés, hors-série 1995. Actes de l'université d'été Annonay 1995. pp. 41-45;

Bolòs i Capdevila, Maria de. **Problemática actual de los estudios de paisaje integrado.** Revista de geografia, 1981, Vol. 15, Núm. 1, p. 45-68, <https://raco.cat/index.php/RevistaGeografia/article/view/45940>.

BORDALO C. A. L. **A divisão do Estado do Pará em regiões hidrográficas para o planejamento e o gerenciamento dos recursos hídricos.** In: Simpósio Brasileiro De Geografia Física Aplicada, junho de 2019. Anais. Fortaleza/CE. SBGFA. 2019.

BRAGA, Wilma Tavares *et al.* ANÁLISE DAS MÉTRICAS DOS FRAGMENTOS FLORESTAIS E DOS PADRÕES ESPACIAIS MORFOLÓGICOS NO MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO – SP. **Espaço & Geografia**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 139-166, jun. 2018.

BRASIL. Lei nº 11445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de. **Política Nacional de Saneamento Básico.** 2007. ed. Brasília, DF: D.o.u., 08 jan. 2007.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 d. **Novo Código Florestal Brasileiro.** Brasília, 25 maio 2012. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L6766.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6766.htm). Acesso em: 29 dez. 2020.

BRASIL. Lei nº 6938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.. **Política Nacional do Meio Ambiente**. Brasília, DISTRITO FEDERAL, 2 set. 1981.

BRASIL. Lei nº 9433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei. **Política Nacional de Recursos Hídricos**. Brasília, GO: DOU, 09 jan. 1997.

CÂMARA, Camila de Freitas. **Evolução da paisagem como ferramenta para a consolidação de políticas públicas sustentáveis no setor de promontório do distrito de jacaúna**: planície costeira do município de aquiraz/ce. 2013. 161 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu; MONTEIRO, Antônio Miguel Vieira (Org.). **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos: Inpe, 2001.

CAMPOS, Maria Betânia Aparecida. **Métodos Multicritérios que Envolvem a Tomada de Decisão**. 2011. 51 f. Monografia (Especialização) - Curso de Matemática, Departamento de Matemática, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

CANDIOTTO, Luciano Zanetti Pessoa. **A perspectiva dialética no uso dos recursos naturais e a abordagem territorial como elemento de interpretação de dinâmicas socioambientais**. Terra Livre São Paulo Ano 29, Vol.2, n 41 p. 133-168 Jul-Dez/2013.

CARVALHO, Andreza Tacyana Felix. **BACIA HIDROGRÁFICA COMO UNIDADE DE PLANEJAMENTO**:: discussão sobre os impactos da produção social na gestão de recursos hídricos no brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, v. 1, n. 42, p. 140-161, jun. 2020.

CASIMIRO, Pedro Cortesão. Estrutura, composição e configuração da Paisagem, Conceitos e princípios para a sua quantificação no âmbito da Ecologia da Paisagem. **Revista Portuguesa de Estudos Regionais**, Lisboa, v. 20, n. 6, p. 101-125, jan. 2009.

CERH (Estado). Resolução nº 003, de 03 de setembro de 2008. Dispõe sobre a outorga de direito de uso de recursos hídricos e dá outras providências. **Resolução do Conselho Estadual de Recursos Hídricos**. Belém, PA: D.o.e., 03 set. 2008.

CERH (Estado). Resolução nº 009, de 12 de fevereiro de 2009. Dispõe sobre os usos que independem de outorga. **Resolução do Conselho Estadual de Recursos Hídricos**. Belém, PA: D.O.E., 06 abr. 2009.

ELETROBRÁS (Brasil). Eletrobrás. **Estudo de impacto ambiental – EIA**: relatório de impacto ambiental da usina hidrelétrica de belo monte ? rima belo monte. Brasília: Eletrobrás, 2009.

FITZ, Paulo Roberto. **Geoprocessamento sem Complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FRANCO, Gustavo Barreto. **Fragilidade Ambiental e Qualidade da Água na Bacia do Rio Almada - Bahia**. 2010. 345 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

GONÇALVES, Carlos Walter Porto. **Amazônia, Amazônias**. 3. ed. São Paulo: Editora Contexto, 2012.

GUSMÃO, Paulo Pereira de; PAVÃO, Bianca Borges Medeiros. Gestão das águas, comitês de bacias hidrográficas e resolução de conflitos ambientais. **Ambientes**: Revista de Geografia e Ecologia Política, Francisco Beltrão, v. 1, n. 2, p. 38-77, mar. 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Altamira**. 2021. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 11 jun. 2021.

JASSO, Gerardo Morales. **A apropriação da natureza como recurso**. Um olhar pensativo. *Gestão e Meio Ambiente*. Volume 19 (1): 141-154 junho de 2016. ISSN 0124.177X

KOHLHEPP, Gerd. Conflitos de interesse no ordenamento territorial da Amazônia brasileira. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 16, n. 45, p. 37-61, maio 2002.

MELO, Augusto Gabriel Claro de; CARVALHO, Douglas Antonio de; CASTRO, Gislene Carvalho de; MACHADO, Evandro Luiz Mendonça. FRAGMENTOS FLORESTAS URBANOS. **R. C. E. E. F.**: Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal, Garça, v. 17, n. 1, p. 58-79, fev. 2011.

MENDONÇA, Francisco. Geografia socioambiental. **Terra Livre**, São Paulo, v. 1, n. 16, p. 139-158. Jun/2001.

METZGER, J.-P. O que é Ecologia de Paisagens. **Biota neotropica**, v. 1, n. 1, p. 1-9, 2001.

MIRANDA NETO, José Queiroz de. **Os nexos de re-estruturação da cidade e da rede urbana**:: papel da usina belo monte nas transformações espaciais de altamira-pa e em sua região de influência. 2016. 370 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Geografia, Faculdade de Ciência e Tecnologia da Unesp, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2016

MOURA, Ana Clara Mourão. **Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano**. Belo Horizonte: Difusora Editora Gráfica LTDA, 2003.

ODUM, Eugene P.; BARRET, Garry W. **Fundamentos da Ecologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2011. Tradução Pégasus Sistemas e Soluções.

OLIVEIRA, Douglas Gomes de. **ESTUDO GEOAMBIENTAL DA MICRORREGIÃO HIDROGRÁFICA DE ALTAMIRA/PA**. 2021. 129 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Pará, Altamira, 2021.

PEREIRA, Henrique dos S.; KUDO, Stephany A. e SILVA, Suzy Cristina P. da. **Topofilia e valoração ambiental de fragmentos florestais urbanos em uma cidade amazônica**. Ambiente e Sociedade. [online]. 2018, vol.21. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1414-753X2018000100304&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2018000100304&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 29/12/2020.

PEREZ FILHO, Archimedes e SEABRA, Felipe B. **Análise sistêmica aplicada ao estudo da fragilidade de terras do cerrado paulista**. V Simpósio Nacional de Geomorfologia I Encontro Sul-Americano de Geomorfologia UFSM - RS, 02 a 07 de agosto de 2004.

PERONI, Nivaldo; HERNÁNDEZ, Malva Isabel Medina. **Ecologia de populações e comunidades**. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis : CCB/EAD/UFSC, 2011.

PISSINATI, Mariza Cleonice; e ARCHELA, Rosely Sampaio. **Geossistema território e paisagem** - método de estudo da paisagem rural sob a ótica bertrandiana. Geografia - v. 18, n. 1, jan./jun. 2009 – Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Geociências.

Projeto MapBiomas – Coleção 7 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil, acessado em 05/09/2022 através do link: <<https://mapbiomas.org/>>

ROCHA, Nicole Andrade da; BORGES, Junia Lúcio de Castro; MOURA, Ana Clara Mourão. Conflitos das dinâmicas de transformação urbana e ambiental à luz da ecologia da paisagem. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 7, n. 1, p. 23-34, mar. 2016. ISSN 1980-6809. Disponível em: <<http://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8644222>>. Acesso em: 12 ago. 2016.

RODRIGUEZ, J. M. M; SILVA, E.V; CAVALCANTI, A. P. B. **Geoecologia das paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Fortaleza: UFC, 2017.

SANTOS, Amanda Alves dos. **Geoprocessamento aplicado à identificação de áreas de fragilidade ambiental no Parque Estadual da Serra do Rola Moça**. 2010. 39 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Geoprocessamento do Departamento de Cartografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

SANTOS, Milton; SILVEIRA, Maria Laura. **O Brasil**: território e sociedade no início do século xxi. 19. ed. Rio de Janeiro: Record, 2016.

SIGMINE. Sistema de Informações Geográficas da Mineração. **Brasil**. 2022. Disponível em: < <https://geo.anm.gov.br/>>. Acesso em: 11 set. 2022.

SOARES-FILHO B. S.; RODRIGUES, H. O.; COSTA, W. L. Trad.: LIMA, L. S. **Modelagem Dinâmica Ambiental com Dinâmica Ego**. Centro de Sensoriamento Remoto. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2009. Disponível em <http://www.crs.ufmg.br/dinamica/>. Acesso em: 15 jun. 2018.

SOUZA, Marcelo Lopes de. O que é a Geografia Ambiental? **Ambientes**: Revista de geografia e ecologia política, Francisco Beltrão, v. 1, n. 1, p. 14-37, jan. 2019.

SOUZA, Marcos José Nogueira de; OLIVEIRA, Vlândia Pinto Vidal de. ANÁLISE AMBIENTAL: uma prática da interdisciplinaridade no ensino e na pesquisa. **Rede – Revista Eletrônica do Prodepa**, Fortaleza, v. 7, n. 2, p. 49-59, nov. 2011.

TRINDADE JÚNIOR, Saint-Clair Cordeiro da. Cidades na floresta: os grandes objetos como expressões do meio técnico-científico informacional no espaço amazônico. **Revista Ieb**, São Paulo, v. 1, n. 51, p. 113-137, set. 2010. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rieb/issue/view/2819>. Acesso em: 05 set. 2022.

UMBUZEIRO, Antônio Ubirajara Boga; UMBUZEIRO, Ubirajara M. U. **Altamira e sua história**. 4. ed. Belem: Ponto Press, 2012.