

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

JAYLIM REIS DE FREITAS –MATRÍCULA - 2020155750008

ANÁLISE DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL DA SUB-BACIA DO JAURUCU –  
BRASIL NOVO PARÁ

Altamira /PA  
2022

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

JAYLIM REIS DE FREITAS

ANÁLISE DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL DA SUB-BACIA DO JAURUCU –  
BRASIL NOVO PARÁ

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação e Geografia, do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, da Universidade Federal do Pará, para obtenção do título de Mestre. Área de concentração: Organização e Gestão do Território da Linha de Pesquisa: Dinâmicas socioambientais e recursos naturais na Amazônia.

Orientador: Prof. Dr. Gabriel Alves Veloso

Altamira /PA

2022

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBDSistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará**

**Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

---

F862a Freitas, Jaylim Reis de  
Análise da vulnerabilidade ambiental da sub-bacia do Jaurucu  
– Brasil Novo Pará / Jaylim Reis de Freitas. — 2022.73 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Gabriel Alves Veloso  
Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em  
Geografia, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade  
Federal do Pará, Belém, 2022.

1. Bacias Hidrográficas. 2. Vulnerabilidade Ambiental.  
3. Sistemas de Informação Geográfica. I. Título.

CDD 910.02

---

## FOLHA DE APROVAÇÃO

JAYLIM REIS DE FREITAS

Dissertação de mestrado apresentada para defesa junto ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, da Universidade Federal do Pará, como requisito à obtenção do título de Mestre.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Gabriel Alves Veloso (Orientador – PPGeo/UFPA)

---

Wellington de Pinho Alvarez (Examinador Interno – PPGeo/UFPA)

---

Cleberson Jesus

Data: 29 de agosto de 2022

Altamira - Pará

2022

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus pais Josélia e Edgard que foram e sempre serão base em minha vida, aos meus irmãos Aghaipe e Evylin, que são as minhas inspirações.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado direção durante esse processo complicado e exaustivo, em um momento em que eu queria desistir me fez ver o caminho.

Não posso deixar de agradecer a esta universidade por ser um espaço que valoriza o conhecimento e onde todas as ideias são bem recebidas. Agradeço também aos meus professores, pois sem eles esta dissertação não seria possível.

Agradeço aos meus pais, devo minha vida e todas as oportunidades que tenho nela, e espero poder retribuir um dia. Agradeço aos meus irmãos que sempre deixaram o processo mais leve, com suas companhias, risadas, palhaçadas e brincadeiras, nossos momentos foram e sempre serão únicos.

Também gostaria de agradecer aos meus amigos e familiares que me incentivaram e me apoiaram nesta fase e fizeram deste um dos melhores períodos da minha vida.

É válido ressaltar que o presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Á todos vocês o meu muito obrigado.

## Resumo

O objetivo geral deste estudo é analisar a vulnerabilidade ambiental da sub-bacia do Jaurucu e compreender como as mudanças de uso e ocupação do solo entre 1990 e 2020 afetaram a perda de seu potencial paisagístico, prejudicando suas características geoambientais e socioeconômicas, envolvendo sistemas ambientais padrões, potencialidades e limitações de uso e seu impacto na transformação do espaço. Para atingir os objetivos propostos, foram escolhidos os fundamentos teóricos metodológicos da Abordagem do Sistema Terrestre, a teoria da dinâmica ecológica, os conceitos de paisagem, sistema terrestre e estabilidade do sistema ambiental; os conceitos de risco e vulnerabilidade foram introduzidos para reduzir a confusão na compreensão desses conceitos. A pesquisa desenvolveu técnicas e procedimentos metodológicos como suporte teórico e metodológico para mapeamento de sistemas ambientais, pressupostos de Bertrand (2004), Sotchava (1977), Tricart (1977), Monteiro (2000), Souza (2000) entre outros. A geração de produtos cartográficos foi realizada com a suporte dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG). A análise da vulnerabilidade ambiental foi viabilizada pela adoção do método proposto por Crepani et al. pessoas. (2001), Grigio (2003), Tagliani (2003), Costa et al. (2006), Oliveira e Mattos (2014), baseado em Tricart (1977). Foi realizado trabalho de campo para verificar a geração de mapas de uso e ocupação do solo que teve o auxílio do MapaBiomias, as determinações de vulnerabilidade são geradas usando a ferramenta Raster Calculator a partir de equações algébricas que cruzam dados no ambiente GIS. Assim, para preparar um plano para o desenvolvimento sustentável requer planejamento e análise do meio ambiente. Compreender os ambientes vulneráveis e os sistemas que eles contêm ajuda no planejamento da área.

Palavras-Chave: Bacias Hidrográficas, Vulnerabilidade Ambiental, Sistemas de Informação Geográfica.

## Abstract

The overall objective of this study is to analyze the environmental vulnerability of the Jaurucu sub-basin and to understand how land cover and land use changes between 1990 and 2020 affect the loss of its landscape potential and its geocological and socioeconomic features, including the pattern of encroachment of environmental systems. . , possibilities and limits of use and the impact on spatial changes. To achieve the desired goals, the theoretical and methodological foundations of the earth system approach, the theory of ecological dynamics, the concepts of landscape, land system and stability of the environmental system were chosen; The concepts of risk and vulnerability were introduced to avoid confusion when understanding these concepts. The research used techniques and methodological procedures as theoretical and methodological support for mapping environmental systems, assumptions by Bertrand (2004), Sotchava (1977), Tricart (1977), Monteiro (2000), Souza (2000) and others. The cartographic products were created with the support of geographic information systems (GIS). The environmental vulnerability analysis was adapted by applying the methodology of Crepani et al. proposed method. Persons. (2001), Grigio (2003), Tagliani (2003), Costa et al. (2006), Oliveira and Mattos (2014), based on Tricart (1977). Field work has been performed to verify the generation of land cover and land cover maps using MapaBiomass, vulnerability determinations are calculated using the grid calculation tool from algebraic equations crossing data in the GIS environment. Therefore, creating a sustainable development plan requires planning and analysis of the environment. Understanding vulnerable environments and the systems used within them helps with territory planning.

**Keywords:** Watersheds, Environmental Vulnerability, Geographic Information Systems.

## Lista de Figuras

Figura 1 - Organização dos Sistemas Ambientais.....	27
Figura 2 - Interpretação da Vulnerabilidade Ambiental e Natural .....	42
Figura 3 - Mapa de localização da Sub-bacia do Alto Rio Jaurucu .....	48
Figura 4 - Fluxograma de Procedimentos Metodológicos .....	51
Figura 5 - Diagrama Metodológico .....	52
Figura 6 - Mapa da Rede de Drenagem da Sub-bacia do Jaurucu .....	58
Figura 7 - Hipsometria da Sub-bacia do Jaurucu .....	59
Figura 8 - Fotos da área degradada com presença de voçorocas .....	60
Figura 9 – Mapa das unidades geológicas da Bacia do Jaurucu .....	62
Figura 10 - Declividade da Sub-bacia do Jaurucu.....	64
Figura 11 - Uso e cobertura do Solo .....	67
Figura 12 - Ocupação e uso do solo na Sub-Bacia do Jaurucu dos anos de 1990, 2000, 2010 e 2020 .....	71
Figura 13 - Área de Pastagem na Bacia do Jaurucu vegetação seca.....	72
Figura 14 - Área de Pastagem na Bacia do Jaurucu.....	73

## Lista de Quadros

Quadro 1 - Estágios da Formação da Ciência da Paisagem.....	24
Quadro 2 - Diversas Classes de Riscos.....	37
Quadro 3 - Tipos de Vulnerabilidade segundo aos estudos naturais .....	41
Quadro 4 - Unidades Ecodinâmicas desenvolvidas por Tricart (1977).....	44
Quadro 5 - Classificação do grau de vulnerabilidade à perda de solo .....	45

## Lista de Tabelas

Tabela 1 - Categorias morfodinâmica em relação ao processo pirogênico e morfogênico.....	46
Tabela 2 - Classificação do uso do solo, associado a vulnerabilidade ambiental .....	54
Tabela 3 - Classes de vulnerabilidade e/ou estabilidade à degradação.....	56
Tabela 4 - Declividades presentes na sub-bacia do Jaurucu .....	63
Tabela 5 - Mapeamento do uso e ocupação do solo em 2020.....	66

## **Lista de Abreviaturas**

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

GTP - Geossistema-Território-Paisagem

SIG - Sistema de Informações Geográficas

PIN - Plano de Integração Nacional

SUDAM - Superintendência Desenvolvimento Amazônia

EMI - Energia, Matéria e Informação

TGS - Teoria Geral dos Sistemas

# Sumário

<b>1. CAPÍTULO</b> .....	14
<b>1.1. INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>1.2. OBJETIVO GERAL</b> .....	18
<b>1.2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	19
<b>1.3. HIPÓTESE</b> .....	19
<b>1.4. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO</b> .....	19
<b>2. CAPÍTULO</b> .....	20
<b>2.1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	20
<b>2.1.1. DA PAISAGEM AO GEOSSISTEMA</b> .....	20
<b>2.1.2. ORDENAMENTO TERRITORIAL EM ESTUDOS INTEGRADOS DA PAISAGEM</b> .....	28
<b>2.1.3. BACIA HIDROGRÁFICA, UMA UNIDADE TERRITORIAL DA PAISAGEM</b> <b>COMO UM TODO.</b> .....	30
<b>2.1.4. DEFINIÇÃO DE RISCO: CONTRIBUIÇÕES PARA PESQUISA GEOGRÁFICA</b>	33
<b>2.1.5. A VULNERABILIDADE E SEUS DIVERSOS CONCEITOS E POSSIBILIDADES</b> .....	38
<b>2.1.5. VULNERABILIDADE AMBIENTAL</b> .....	41
<b>3. CAPÍTULO</b> .....	47
<b>3.1. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	47
<b>3.1.1. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA DE ESTUDO</b> .....	47
<b>3.1.2. Procedimentos Metodológicos</b> .....	49
<b>3.1.3. TRABALHO DE CAMPO</b> .....	53
<b>3.1.4. ESTRUTURAÇÃO DAS BASES CARTOGRÁFICAS</b> .....	53
<b>4. CAPÍTULO</b> .....	56
<b>4.1. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	56
<b>4.1.1. DELIMITAÇÃO DA SUB-BACIA DO JAURUCU</b> .....	56
<b>4.1.2. ASPECTOS FÍSICOS E BIÓTICOS</b> .....	61
<b>4.1.2.1. CLIMA</b> .....	61
<b>4.1.2.2. GEOLOGIA LOCAL</b> .....	61
<b>4.1.2.3. GEOMORFOLOGIA</b> .....	63
<b>4.1.3. CARACTERÍSTICA DO USO E COBERTURA DO SOLO</b> .....	66
<b>4.1.4. VULNERABILIDADE DA SUB-BACIA DO JAURUCU</b> .....	68
<b>5. CAPÍTULO</b> .....	79
<b>5.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	79

# 1. CAPÍTULO

## 1.1. INTRODUÇÃO

Existem várias formas de definir a Amazônia, uma delas é sua relação hegemônica com a distribuição dos recursos hídricos em grandes porções de floresta tropical. A biogeografia da Bacia Amazônica é extensa, abrangendo cerca de nove países, a saber: Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Guiana, Guiana Francesa, Peru, Suriname e Venezuela. A Amazônia se destaca pela extraordinária continuidade de suas florestas, pelo tamanho de sua rede hidrológica e pelas sutis mudanças em seus ecossistemas (AB, SABER 2003).

Entretanto, nas últimas décadas este bioma vem passando por um intenso processo de ocupação, provocando significativos impactos ambientais, sobretudo, impactos relacionados com o desmatamento da floresta. Segundo dados do Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil – MAPBIOMAS, a Amazônia brasileira teve uma perda líquida de área de floresta entre os anos de 1985 e 2020 de 44,5 Mha, sendo essa área perdida correspondente a 9 vezes a área do Estado do Rio de Janeiro (MAPBIOMAS, 2021).

Este processo mais intenso de exploração da região teve início na década de 1970, com o Plano de Integração Nacional (PIN), em que concretizou a intenção de integrar a Amazônia com o restante do país, principalmente para ampliar a reprodução do capital (BRASIL, 1974). O processo de ocupação dessa grande extensão de terra na década de 1970, ficou marcado pela construção de grandes projetos, tais como a abertura de rodovias como a BR 230 (Transamazônica), que facilitou o acesso ao interior da floresta e sua ocupação. Todo este processo de investimento e coordenação da ocupação foi sob o poder do governo federal, no qual empreendeu-se um forte desenvolvimento estratégico que se diferenciava do modelo local de atividade econômica e produtiva.

Portanto, nota-se que este processo de ocupação da região Amazônica está interligado com o aprofundamento da globalização, fortalecendo a integração dos territórios, e cada vez mais explora-se de acordo com o seu potencial.

Esse processo de ocupação da região Amazônica é explicado por Becker (2009), em que discute a fronteira do capital natural como uma prática que é vista como um território que pode ser reproduzido por meio da exploração de determinados

recursos naturais ou por meio de novas formas de reprodução do capital como madeira, minério, solo e água, em que esses recursos podem ser extraídos em pouco tempo.

Neste contexto, às diversas potencialidades exploráveis na Amazônia tornou-se uma enorme fronteira econômica, gerando interesses capitalistas, tendo os Estados-nação como principais interlocutores, decisivos na liberação de recursos, na construção de objetos tecnológicos.

O plano de desenvolvimento da infraestrutura é baseado no seguinte conceito: o planejamento do eixo de desenvolvimento, realizado através da construção de uma série de estradas de longa distância, como a rodovia Cuiabá-Porto Velho-Rio Branco, a Belém-Brasília, a Transamazônica, a Cuiabá-Santarém e a Porto Velho-Manaus. Esse conjunto de obras rodoviárias era a espinha dorsal de um projeto mais amplo chamado Plano de Integração Nacional (PIN). As primeiras estradas, como rotas de migração para a Amazônia, foram planejadas para criar ramos de atividade econômica na forma dos chamados "corredores de desenvolvimento", mas sua construção teve sérias consequências (GOODLAND/OWEN, 1975).

Becker (2009) diz que a Amazônia se tornou pioneira em capital natural, o que se reflete no desenvolvimento dos recursos explorados. Com a ajuda da Superintendência Desenvolvimento Amazônia (Sudam), o governo incentivava as pessoas que tinham o interesse em produzir na Amazônia. O resultado reverbera atualmente, segundo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), em 2020, a área desmatados no Bioma Amazônia era de 729.781,76 km<sup>2</sup>, e na Amazônia Legal 813.063,44 km<sup>2</sup>.

A Amazônia, em seu processo de ocupação, não levou em consideração medidas de desenvolvimento econômico regional que se enquadrassem na concretização de uma infraestrutura local/regional, ou em ações privada, que se concentra em investimentos em todos os setores da economia para ter incentivos fiscais e, assim, alíquotas mais baixas para que grandes empresas pudessem investir, principalmente em projetos pecuários, industriais e de mineração.

A colonização agrícola, em quase toda a Amazônia falhou, porque as condições ecológicas não foram devidamente compreendidas e, portanto, a avaliação da sustentabilidade não foi muito positiva (MAHAR, 1988). Até mesmo o conceito agrícola do assentamento central falhou. No entanto, o slogan do governo "Amazônia: Uma

Terra Sem Homens Para Homens Sem-Terra” impulsionou a massiva migração para o norte que começou na segunda metade da década de 1970.

Em 1970 a 1984 houve a segunda fase do plano de desenvolvimento para a Amazônia, em que neste de desenvolvimento nacional (1975-1979) baseavam-se fortemente em diferentes enfoques setoriais, por exemplo, a extração de recursos minerais ou o possível processo industrial de pecuária.

Sendo assim, é de grande importância que entendamos a interface sócio-natural como um objeto essencial de pesquisa da geografia, e que sua importância transcende unicamente a produção do conhecimento, pressupondo-se que a produção do conhecimento seja necessária para o bem humano.

Segundo Porto-Gonçalves (1995), a Geografia tem suas contribuições nos estudos que versam sobre a questão ambiental, mas quando se baseia no território brasileiro, devem ser considerados os processos socioespaciais de uma determinada área, e de como esses processos representam o sério surgimento dos problemas ambientais, levando assim uma das ideologias norteadoras desta pesquisa.

Dessa forma, o meio ambiente é alterado pelo comportamento humano, por meio da implementação de diversas formas de uso e ocupação do solo, provocando mudanças no espaço geográfico e gerando novas configurações territoriais, permitindo o surgimento e instalação de empreendimentos econômicos complexos e expansão urbana. Essas ações geram mudanças na dinâmica ambiental, resultando em espaços de risco, vulnerabilidades ambientais ou vulnerabilidades físico-naturais.

Neste sentido a vulnerabilidade é o potencial de desorganização do geossistemas totalmente natural ou antropogenico. Na Amazônia paraense, este processo de ocupação causou significativos impactos ambientais, especialmente em áreas como o da bacia do Rio Jaurucu, pois a construção de grandes projetos como a rodovia BR 230 em sua área desencadeou ocasionou forte alteração da paisagem. Sua história é definida por uma intensa ocupação e exploração de sua paisagem, em que seu meio físico sofreu grandes mudanças e transformações, assim, para que possamos entender todo este processo de degradação do solo é necessário que faça um estudo e análise sobre a vulnerabilidade local.

Pois, é perceptível que as dinâmicas do trabalho adotadas pelos moradores locais tiveram grande influência para que hoje a sub-bacia esteja cada vez mais vulnerável, as quais são visíveis nas grandiosas voçorocas encontradas em grande parte da área

de estudo. Estes provocaram grandes manifestações e transformações na paisagem, além de mudanças econômicas e sociais, tal como a predominância da pecuária sobre a agricultura. SANTOS (2012) afirma que há um significado biológico, econômico, social e político em cada território, que em sua significância mais humana torna-se lugar de intermédio entre os homens e sua forma de viver. Neste sentido, o nexos sociedade-natureza é a exploração excessiva da paisagem é o aumento da vulnerabilidade do geossistema local.

O comportamento humano na tentativa de atender às necessidades sociais tem causado conflitos ambientais (ROSS, 2006). Relata-se que o ambiente natural esteve em estado de equilíbrio até um determinado momento em que a intervenção humana se intensifica, esse equilíbrio termina e um período de tempo se inicia mudanças em energia, matéria e informação (EMI).

O uso irracional dos recursos terrestres sem considerar a capacidade, sensibilidade e resiliência dos recursos é uma das principais razões para a degradação das paisagens e seus recursos. Siqueira et al (1994) apontam que o declínio da qualidade e da produtividade do solo causado pelo abuso humano está relacionado à exploração da paisagem. Mesmo assim, a paisagem humana ainda faz parte da natureza e, mesmo que tenha sido transformada, ainda mantém os elementos básicos da própria natureza, especialmente a paisagem natural descrita por Rodriguez et al. (2013).

A sub-bacia do Jaurucu herdou o desenvolvimento massivo de recursos naturais desde a década de 1970. Esse modo de ocupação é a característica e o resultado deste período, onde terreno foi doado pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). Estratégia principal era atrair a população rural e deverá se tornar proprietários rurais.

O processo de ocupação era lento e gradativo, as famílias precisaram abrir terras para o cultivo e desmatar grandes áreas para a produção sem qualquer orientação, esse efeito pode ser observado na sub-bacia do Jaurucu, onde ocorreram mudanças significativas, podem perceber extensos desmatamentos e grande número de pastagens.

Dessa forma, a análise da vulnerabilidade ambiental nos permite avaliar e caracterizar os impactos sofridos nos sistemas ambientais sob certas pressões. Essas informações são úteis no planejamento ambiental para identificar áreas onde a

degradação ambiental é causada por ações específicas provinda do homem e que podem ter um grande impacto, provocando degradação e redução da qualidade do meio ambiental.

Portanto, com base no exposto, esta pesquisa e volta para a elaboração de uma estratégia para a quantificação da Vulnerabilidade Ambiental da sub-bacia do Jaurucu, a partir de modelagens ambientais com técnicas de Geoprocessamento, e tendo como base responder aos seguintes questionamentos:

- 1) Qual o nível da Vulnerabilidade Ambiental da sub-bacia do Jaurucu?
- 2) Como o processo de ocupação da região influenciou nesses impactos?
- 3) Qual foi a intensidade dessas mudanças?

Portanto, a relevância deste estudo está na geração de novas informações sobre a Vulnerabilidade Ambiental de forma mais dinâmica a partir da utilização de dados de Geoespaciais. Assim, os resultados obtidos nesta pesquisa contribuirão para:

1. Subsidiar decisões referentes às ações de planejamento ambiental, com o objetivo de reduzir/minimizar os impactos da área de pesquisa.
2. Gerar dados espaciais e temporais da Vulnerabilidade Ambiental, auxiliando na compreensão dos processos antrópicos que causaram os impactos ambientais da área de pesquisa.
3. Subsidiar pesquisas em escala local e regional, que necessitem de informações sobre a Vulnerabilidade Ambiental em áreas sob a influência da rodovia transamazônica.

Para responder tais questionamento e contribuição para o debate ambiental da área de pesquisa, estabeleceu-se os seguintes objetivos;

## **1.2. OBJETIVO GERAL**

- Analisar a vulnerabilidade ambiental na sub-bacia do Jaurucu, bem como, compreender como as mudanças no uso e ocupação da terra afetaram a perda de seu potencial paisagístico, entre os anos de 1990 e 2020.

### **1.2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Apontar ações para reduzir a degradação ambiental na área de estudo.
- Determinar as ocorrências que intensificou da vulnerabilidade ambiental na sub-bacia do Jaurucu.
- Analisar como a degradação da paisagem influenciou na fragilidade ambiental, levando a vulnerabilidade da bacia e suas novas funções.

### **1.3. HIPÓTESE**

A vulnerabilidade ambiental é condição natural do geossistêma, isto porque todas as totalidades têm algum grau de vulnerabilidade, entretanto, as formas de uso e ocupação de determinada área pode provocar o aumento da vulnerabilidade de determinada unidade de paisagem. Não obstante, o sistema paisagístico está em contato constante a inquietações promovidas no local por parte do homem, onde sua resiliência tenta ao máximo alterações profundamente a relação entre as partes. Este sentido, as paisagens têm a capacidade de adaptar-se as mudanças que ocorreram em suas partes, utilizando-se de alguns recursos que proporcionam a estabilidade do fluxo de EMI.

A Sub-Bacia do Jaurucu em sua ocupação sofreu grandes mudanças em sua paisagem, explorada de forma acentuada, teve sua floresta suprimida e substituída por pastos para a criação de gado solto (pecuária extensiva), deixando o solo exposto suscetível a alta radiação e lavagem dos nutrientes por conta das chuvas que ocorrem, assim, acelerando o processo erosivo deixando-o vulnerável. Neste sentido, a vulnerabilidade na bacia é resultante da exploração excessiva dos recursos naturais na sub-bacia.

### **1.4. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO**

A Dissertação está organizada em cinco capítulos; (Capítulo 1) Introdução, com a contextualização, justificativa, questões científicas, hipóteses e objetivos da Dissertação. (Capítulo 2) Fundamentação teórica, com conceitos básicos, a pesquisa, relacionando a Vulnerabilidade Ambiental da área de pesquisa e o seu processo de ocupação. (Capítulo 3) Materiais e Métodos, com a caracterização das áreas de

estudo, destacando aspectos como clima, solo e vegetação, bem como os procedimentos metodológicos utilizados em todas as etapas da pesquisa. (Capítulo 4) Resultados e Discussões, onde são apresentados e discutidos os resultados desta pesquisa, conforme questões, objetivos e hipóteses apresentadas. (Capítulo 5) Por fim, apresentam-se as considerações finais, fechando o trabalho.

## **2. CAPÍTULO**

### **2.1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

#### **2.1.1. DA PAISAGEM AO GEOSSISTEMA**

O Planta Terra é o berço da humanidade, é inegável que desde os tempos antigos é uma fonte de curiosidade e admiração. Ao longo dos séculos, classificamos e analisamos diferentes elementos da natureza e da sociedade. O conceito de paisagem estava originalmente relacionado ao paisagismo e à arte do jardim, o que não conduzia à sua conotação estética, e só no século XIX começou a ser estudado por naturalistas e geógrafos.

Christofoletti (1999) observa que: "Devido às raízes do naturalismo, pode-se compreensivelmente prestar mais atenção à 'paisagem' morfológica e à cobertura vegetal, de onde surgiram os adjetivos que distinguem paisagens naturais e culturais". Nesse contexto, as paisagens naturais são conferidas por uma combinação de elementos como solo, vegetação, aspectos topográficos e geológicos e hidrologia, enquanto as paisagens culturais referem-se aos comportamentos humanos de transformação no espaço geográfico.

Paisagem é um conceito usado em diversos campos de conhecimento, no entanto para a Geografia (sobretudo a Geografia Física) este conceito é central para as análises ambientais. Portanto, os geógrafos, historiadores e arquitetos olham para a mesma paisagem, no entanto, os resultados e métodos de seu trabalho serão diferentes de acordo com a perspectiva de cada pessoa que a examina.

Na Alemanha surge o termo *landschaft*, (que em português significa Paisagem), embora haja séculos fosse carregado de confusões em seus significados no discurso alemão, se tornou a palavra mais importante da linguagem geográfica, sendo um dos

principais conceitos da Geografia, e o mais importante para a Geografia Física (HARTSHORN, 1951). O termo paisagem tem muitos significados, mas mesmo que este conceito tivesse apenas um significado, a definição de paisagem, neste caso, se difere muito entre si (RICHLING, 1999; VOLKOVA, ZUCHKOVA e NIKOLAEV, 2000).

Em uma discussão sobre o desenvolvimento deste conceito e sua inserção na Geografia Física, Vitte (2007) corrobora com Hartshorn (1951) ao reconhecer que a paisagem na geografia “acumula ao longo dos tempos uma série de polêmicas envolvendo uma enorme diversidade de conteúdos e significados”. Mas se tratando especificamente da Geografia Física, o autor reconhece que a paisagem está inserida no debate sobre a complexidade da abordagem integrada entre a natureza e a sociedade.

Em meados do século 19, surge a Geografia acadêmica e com ela duas linhas de pensamentos, uma seria a visão de mundo naturalista e a outra geografia humana (RODRÍGUEZ e SILVA, 2013). Então, também incorpora diferentes escolas de geografia e suas diferentes realidades logo obtiveram conceitos diferentes. A este respeito, Zacharias (2008) reconheceu dois grandes conceitos, o primeiro foi o conceito de Alexander Von Humboldt, que enfatiza o lado natural da Paisagem, e o modelo de Carl Sauer que está relacionado à tríade: Natureza (paisagem natural), sociedade (paisagem social) e cultura (paisagem cultural).

A paisagem como conceito de geografia expande as possibilidades resolução de problemas dentro de disciplinas, como uma interação entre natureza e sociedade e suas organizações e planos. A base teórica derivada da abordagem do sistema constitui a estrutura da integração dos diferentes elementos que fazem parte desse sistema, onde o principal paradigma da geografia que é o geossistema, que em suma também causou uma das mais importantes teorias da geografia moderna: A Teoria dos Geossistêmas, derivada de Viktor Borisovich Sochava em 1978.

Paisagem é um termo com várias definições, e o significado das disciplinas a ele relacionadas é ambíguo devido às suas variâncias. Para a geografia, paisagem é um conceito-chave, ou seja, quando o sujeito se afirmar, pode fornecer o conceito de unidade para a geografia. Ao longo da história do pensamento geográfico, a importância desse conceito mudou, sendo reduzido a um segundo plano, e substituído pelo conceito enfatizado de região, espaço, território e lugar, considerado mais adequado às necessidades contemporâneas (Corrêa e Rosendahl, 1998).

Humboldt é um conhecido naturalista que viajou pela Ásia Central e regiões hispânicas. Ele buscou o apoio dos conceitos do interior e da filosofia natural na preparação de discussões e pesquisas e propôs um método integrado para resolver os fenômenos naturais e artificiais que ocorreram na superfície da Terra.

Como resultado, o conceito de paisagem sofreu uma importante evolução da linguagem, e valores científicos específicos foram incorporados no aparecimento e evolução da superfície. A paisagem é entendida como um setor com uma topografia específica, que resulta a interação entre elementos naturais e sociais (TROLL, 1997).

A filosofia utilizada pressupõe a unidade e conectividade das forças naturais no mundo e propõe uma reflexão metafísica da natureza. Humboldt combinou o conceito de geografia com a filosofia natural, através da fisiologia e geomorfologia, a estrutura geográfica foi construída como uma espécie de conhecimento complexo, e ao mesmo tempo a relação entre tempo e espaço, natureza e cultura humana.

Ritter é geógrafo, historiador, filósofo e professor, por quase 40 anos foi professor de geografia, etnografia e história na Universidade de Berlim. Suas obras datam da primeira metade do século 19 com a contribuição inicial de Humboldt. Para ele, de acordo com a sequência do universo à terra proposta por Humboldt, constitui naturalmente uma enorme relação espaço-temporal e sistema de objetos, que é o ponto de partida da análise comparativa em geografia.

Segundo Ritter, a geografia é um ramo do conhecimento, que se caracteriza pela análise descritiva de várias partes e, principalmente, pela interpretação das relações, a partir de outras disciplinas (como história, etnografia, geologia e mineralogia e entre várias outras).

O desempenho acadêmico de longo prazo e a produção de materiais padronizados afastaram o pensamento de Ritter do de Humboldt. La Blache (1896) explicava que eram pessoas ao mesmo tempo, imersas na mesma investigação, mas Humboldt se voltava mais para os fatos históricos da sociedade. Sauer (2011) acredita ter introduzido formalmente a análise da morfologia da superfície, que se tornou a base para a discussão genética do relevo. Frolova (2001) lembrou que Humboldt e Ritter nasceram no primeiro instituto de geografia da Alemanha, que se caracteriza por uma compreensão global da realidade geográfica a partir de uma perspectiva espacial e metodológica.

Schier (2003) argumenta que a discussão do conceito de paisagem é um tema antigo na ciência geográfica, que remonta ao século XIX, e abrange discussões sobre percepções da relação entre sociedade e natureza em um determinado espaço geográfico. Entre os pontos apresentados pelos autores, as interpretações que enfatizam o conceito de paisagem são diversas de acordo com diferentes abordagens geográficas e conceitos de outras disciplinas. Christofolletti, 1999, apontou que o conceito de paisagem estava originalmente relacionado ao paisagismo e à arte do jardim, e não levou à sua conotação estética, e só no século XIX começou a ser estudado por naturalistas e geógrafos.

Christofolletti (1999) observou: “que as raízes naturalistas, é compreensível focar mais na 'paisagem' morfológica e na cobertura vegetal, surgindo adjetivos que distinguem paisagens naturais e culturais”. combinada com a hidrologia, enquanto paisagem humana refere-se ao comportamento de transformação do ser humano no espaço geográfico. Os estudos de paisagem exigem o uso de um método de análise dos elementos envolvidos, uma definição da escala de análise e questões de tempo. Schier (2003) argumenta que os estudos de paisagem envolvem "a representação de objetos em contextos geográficos e históricos, levando em consideração estruturas sociais e processos naturais e humanos".

Do ponto de vista geoecológico, as paisagens são uma base importante para o planejamento ecológico em um determinado território, permitindo avaliar o potencial dos recursos naturais e, portanto, estratégias para utilizar e conservar esses recursos em um determinado período e espaço. (Rodriguez et al. Pessoas, 2017). A ciência da paisagem como disciplina científica passou pelas etapas previstas por Rougerie e Berouchavili (citado por RODRIGUEZ et al. 1991, 2017). (Quadro 1)

**Quadro 1 - Estágios da Formação da Ciência da Paisagem**

Fase	Ano	Definição
Gênese	(1850-1920)	Onde surgiu o primeiro conceito físico-geográfico da interação dos fenômenos naturais e a primeira formulação da paisagem como conceito científico.
Desenvolvimento biogeomorfológico	(1920-1930)	Sob a influência de outras ciências, desenvolveu-se o conceito de interações entre os componentes da paisagem.
Estabelecimento da concepção físico-geográfica	(1930-1955)	Quando o conceito de diferenciação em pequena escala da paisagem é desenvolvido (zonalidade, regionalização)
Análise estrutural-morfológica	(1955-1970)	Quando a atenção se volta para a análise de problemas em nível regional e local (classificação, taxonomia e mapeamento)
Análise funcional	(1970- atualidade)	Introduzir sistemas e métodos quantitativos e desenvolver a ecologia da paisagem
Integração geoecológica	(1985- atualidade)	O foco principal está nas inter-relações dos aspectos estruturais-espaciais e dinâmico-funcionais das paisagens, e na integração de conceitos biológicos e geográficos sobre paisagens em uma mesma direção científica (geoecologia ou ecogeografia).

Fonte: Rodriguez *et. al.* (2017) adaptado pela autora

Na perspectiva da geoecologia, Rodriguez e Silva (2013) enfatizaram que a geologia como disciplina examina paisagens naturais e humanas para entender a relação entre sociedade e natureza. Além disso, a disciplina visa abordar o uso dos recursos naturais e a geração de princípios e métodos sustentáveis de uso dos recursos, elementos necessários ao desenvolvimento sustentável (Rodriguez e Silva, 2013).

O viés ecológico foi desenvolvido por Tansley (1935) através do conceito de ecossistema para definir uma unidade básica que resulta das interações de todos os organismos inseridos em uma área e contém as condições físicas ou ambientais que determinam suas características.

Os ecossistemas foram posteriormente definidos por Christofolletti (1999) como "áreas relativamente homogêneas de organismos interagindo com o meio ambiente,

onde os biomas são os principais componentes e estão interligados com elementos abióticos do habitat". Essa abordagem proporciona uma configuração mais abrangente mostrando maiores interações entre os componentes.

Segundo Reis Júnior (2006), o conceito ecológico de ecossistema é facilmente integrado à linguagem dos geógrafos que buscam um olhar mais sistemático sobre a relação entre sociedade e natureza. Para Reis Júnior (2006), "as pessoas que são vistas como participantes/residentes do ecossistema estão em constante mudança em relação ao ecossistema, e suas respostas exigem forte e permanentes adaptações".

Entender a paisagem e entender o fluxo de matéria podem ajudar a desenvolver os componentes necessários para o uso eficiente e racional dos recursos naturais. Portanto, uma quantificação como elemento também inegável revelará fatos que precisam ser explicados e integrados a decisões. (REIS JÚNIOR, 2006).

Reis Júnior enfatiza que (2006):

"[...] as abordagens ecossistêmicas em Geografia (compondo uma miríade de estudos simplesmente não reducionistas, holísticos em grande medida e relativamente recentes) vão tentando se converter em Geossistema a partir do momento em que as parcelas investigadas do espaço passam a ser tomadas pela lente dos modelos teóricos que afluem das ciências naturais quando do estabelecimento da escola teórica-quantitativa".

Aspectos teóricos quantitativos da geografia se destacam, defendendo os seguintes objetivos: (a) focar no desenvolvimento de teorias mais complexas; (b) desenvolver modelos explicativos mais abrangentes; (c) utilizar a análise quantitativa e (d) replicar a abordagem sistêmica (REIS JÚNIOR, 2007).

Diante desses objetivos, os geógrafos passaram a utilizar a abordagem geral preconizada pela Teoria Geral dos Sistemas (TGS) de Bertalanffy, como forma de obter uma melhor contribuição teórico-metodológica para pesquisas relacionadas às relações socionaturais em análise integrada (Gregory, 1992). Portanto, Christofolletti (1980) define um sistema como um conjunto de elementos inter-relacionados com propriedades específicas.

Nesse caso, as abordagens de sistemas terrestres e dinâmicas ecológicas estão alinhadas com o desenvolvimento das abordagens teóricas citadas por Christofolletti (1999), ambas baseadas nos pressupostos da TGS.

No coração da teoria geral dos sistemas, Tricart (1977) sistematizou a análise da dinâmica ecológica, para uma nova abordagem sobre o estudo abrangente dos sistemas ambientais, que teve como base 3 conceitos: bioma; morfogênese e pedogênese, onde o autor propõe classificar a morfodinâmica dos sistemas ambientais em três tipos: ambientes estáveis, ambientes de transição ou ambientes de transição e ambientes instáveis.

Essa classificação morfodinâmica de sistemas ambientais concebida por Tricart (1977) tornou-se um constructo teórico-metodológico para estudar a vulnerabilidade e/ou fragilidade ambiental e contribuiu consideravelmente para análises abrangentes que iluminam problemas ambientais físicos.

No contexto de uma abordagem integrativa, Christofolletti (1999) viu os sistemas ambientais físicos como sistemas naturais associados ao território, contendo características específicas de forma, função e comportamento. Ao integrar o impacto do comportamento humano na dinâmica ambiental, Christofolletti (2008) enfatiza a importância da abordagem dos sistemas geográficos e da geomorfologia no planejamento territorial e na pesquisa em planejamento ambiental.

A abordagem do Sistema Terrestre Segundo o autor Monteiro (2000), prevê quatro fases: análise, integração, síntese e aplicação.

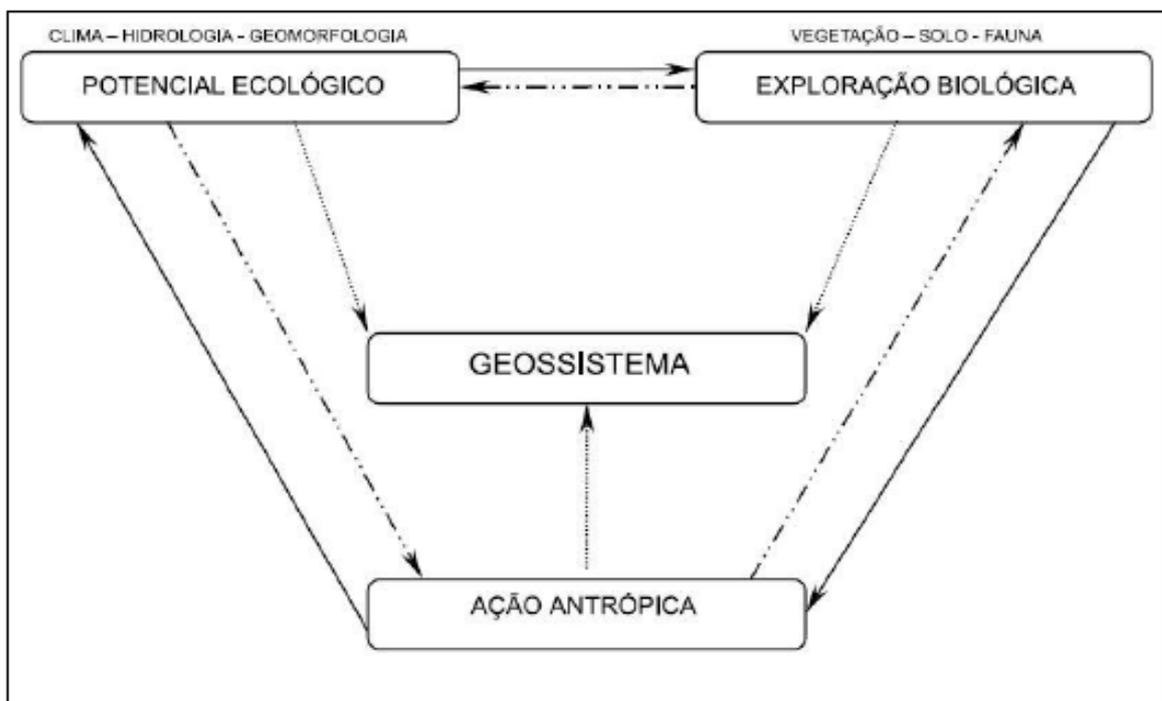
No entanto, Bertrand (2004) analisou as diferentes maneiras pelas quais a abordagem do sistema terrestre pode ser aplicada à pesquisa geográfica, no que diz a análise da paisagem considera seis níveis temporais e espaciais, diferenciados de acordo com as escalas envolvidas: regiões, domínios, áreas naturais, sistemas terrestres, fácies geológicas e horizontes geológicos.

Para Bertrand (2004), a maior unidade de magnitude associada à escala global é a área ou zona, seguida da área dividida pela topografia. Coerente com a unidade primária, a unidade terciária é uma área natural com características topográficas individuais que tem maior impacto no clima e na vegetação.

Nas escalas simples mais baixas dos sistemas geológicos ou graus 4 e 5, “a unidade da paisagem torna-se indiscutível” (BERTRAND, 2004). Na escala do sistema geológico, a topografia parece sustentar a paisagem, configurando a combinação errática de fatores climáticos, hidrológicos, edáficos, biogeográficos e socioeconômicos para produzir o mesmo ritmo de evolução da paisagem.

As fácies geológicas correspondem à individualidade das unidades de paisagem, cuja dinâmica é coordenada pelo potencial biológico. Assim, as escalas dos modelos em miniatura são construídas a partir de horizontes geológicos, considerados “a menor unidade geográfica homogênea diretamente identificável no solo” (BERTRAND, 2004). A Figura 1 representa o modelo de Bertrand (2004) que trata o comportamento humano como elemento chave na construção de sistemas ambientais.

**Figura 1 - Organização dos Sistemas Ambientais**



Fonte: Bertrand (2004)

À luz de seu avanço teórico Bertrand & Bertrand (2007), foi proposta outra metodologia para um estudo abrangente, denominado Método GTP (Geossistema-Território-Paisagem).

O GTP é uma formulação do pensamento sistêmico que, segundo Passos (2016), “visa demonstrar a complexidade do ambiente geográfico, respeitando ao máximo sua diversidade e interatividade”.

A abordagem GTP fornece três vias de acesso para pesquisas socionaturais mais abrangentes: (I) portais naturais representados por sistemas geográficos, (II) processos socioeconômicos representados por territórios e (III) acesso via entrada sociocultural de paisagens.

Notavelmente, Passos (2011) propõe um sistema de métodos desenvolvido por Bertrand que considera três conceitos espaço-temporais:

a) O geossistema representando o espaço-tempo da natureza antropizada. É a “fonte” (source) jamais captada, tal ela escorre da vertente, mas que pode ser já poluída;

b) O território, fundado sobre a apropriação e o “limitar/cercar”, representa o espaço-tempo das sociedades, aquele da organização política, jurídica, administrativa e aquela da exploração econômica. É o “recurso” (ressource) no tempo curto e instável do mercado;

c) A paisagem representa o espaço-tempo da cultura, da arte, da estética, do simbólico e do místico. Ela é o ressourcement de tempo longo, patrimonial e identitário.

A pesquisa do sistema terrestre, através da teoria geral dos sistemas, concentra-se não apenas no conhecimento parcial, mas também na integração e composição de todos os elementos do sistema (potencial ecológico, desenvolvimento biológico e comportamento humano). Em geral, os sistemas geográficos focam nas relações existentes na paisagem e, por meio da dinâmica das relações, geoespacial pode ser entendido como um todo.

### **2.1.2. ORDENAMENTO TERRITORIAL EM ESTUDOS INTEGRADOS DA PAISAGEM**

Para entendermos o que é o ordenamento territorial da paisagem é necessário fazer uma breve abordagem relacionada a ordem e desordem, sendo assim, existem diferentes formas de entender o fenômeno territorial, porém é importante ressaltar que estão todas em um ponto, ou seja, em uma área central desse fenômeno, onde o domínio é a alma do território.

Sendo assim, domínio é um conceito definido pela capacidade de determinar a ação, e dominação significa controlar, engessar ou fazer fluir áreas dominantes. Para as categorias territoriais, a domínio é essencial. Na verdade, a dominação é a capacidade de determinar a forma como todos os recursos de um território são usados, controlados e adquiridos, mas a própria natureza do território também é seu principal ponto de discórdia, de modo que surgimento de novos territórios são possíveis.

A ordem é característica de um domínio, no entanto, a ordem é proposta para atingir objetivos específicos, e tem a determinação de ser uma referência, para fazer de um determinado território um nó ou referência em um aspecto natural, racial, social, político ou econômico.

Já a desordem é resultado de modelos territoriais, que compete a resultados renunciados ou circunstâncias dentro de uma área de domínio, a desordem não deve ser analisada ou percebida de acordo com o maniqueísmo ou os ensinamentos do bem e do mal, a desordem é dialética e seu resultado é uma resposta ao comportamento do sequenciamento, da mesma forma que afeta e restringe a ação, uso e apropriação de recursos dentro do território.

A desordem é real, é onipresente no mundo real, ocorre e funciona na mesma base material que a ordem, porque a ordem e a desordem coexistem, estão em toda parte e, portanto, são dinâmicas e contínuas. Ordem e desordem são movimento, uma ação progressiva, levando a uma transformação dialética, continuando em mudança, então a essência da ordem é o movimento da impressão, o oposto perfeito da desordem. A ordem e a desordem podem ser percebidas em todos os lugares do mundo real, onde as mudanças induzidas pelo ordenamento territorial alteram as estruturas sociais, econômicas, políticas, agrícolas, ambientais e muito mais.

Segundo Hasbaert (2006), não é fácil definir "Ordenamento territorial", são dois conceitos importantes que precisam ser compreendidos e esclarecidos, sobre os quais podem ser construídos conceitos teóricos.

Na opinião do autor, "ordem" é sempre acompanhada de sua contraparte: "desordem", que não pode ser oposta e, portanto, pode ser a manifestação de uma nova ordem ou mesmo de uma nova forma (HASBAERT, 2006). Segundo Hasbaert (2006), território pode ser entendido como a posse/relação territorial de uma sociedade com o espaço, perpassando uma compreensão de fixidez e estabilidade, incorporando a ideia de fluidez que insere o movimento como constituinte territorial, traduzindo-o em rede de entrada" campo".

Segundo Hasbaert (2006), o geoespacial é formado em torno de 4 energias: economia, política, cultura e natureza. As dinâmicas econômicas se manifestam primeiramente na forma de territórios em rede, como os das grandes corporações multinacionais, e assim ocupam espaços em rede, ou seja, pontos e linhas privilegiadas, ao invés de "espaço para todos". sua arrecadação;

Embora desempenhando um papel crescente nas redes políticas (Lima, 2002), as dinâmicas políticas continuam a conferir privilégios administrativos a áreas territoriais, superfícies ou áreas com limites bem definidos, mesmo que não sejam mais de escala privilegiada, mas por diversos fatores inter-relacionados, afastando-se

da dinâmica cultural de associações explícitas entre geografias e identidades específicas, projetando-se igualmente na forma de identidades e redes híbridas.

As dinâmicas da "natureza", está cada vez menos confinadas aos contextos regionais locais, e estão cada vez mais voltadas e imersas nas complexidades das relações globais natureza-sociedade.

Melo (2010) considera que: “o próprio ordenamento do território é um fator decisivo na gestão de riscos, pois permite prevenir, mitigar e corrigir danos e danos causados por desastres”, sendo, portanto, uma ferramenta para o desenvolvimento local, sendo assim uma ferramenta institucional e processual para a inserção de políticas de desenvolvimentos sustentáveis.

De acordo com o pensamento de Melo (2010) a utilização de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e ferramentas de sensoriamento remoto, a cartografia tornou-se um elemento importante nos estudos de ordenamento do território, exigindo análises geográficas mais precisas em relação a aplicação do ordenamento.

Segundo Almeida (2007), existem várias abordagens de ordenamento do território para a gestão ambiental, e um fator comum em todas elas são a representação dos territórios por meio de mapeamentos temáticos, que servirão de subsídio para avaliações e tomada de decisões. Tais mapas são conhecidos por diversos nomes, tais como por exemplo: mapas de planejamento espacial, mapas geoambientais, mapas geocientíficos, mapas ambientais terrestres, mapas geotécnicos, mapas de zoneamento geográfico de unidades ambientais e mapas de zoneamento econômico-ecológico.

Almeida (2007) define ordenamento territorial como uma ferramenta de gestão ambiental, incluindo a capacidade de equacionar uso e ocupação do solo com a capacidade de suporte dos territórios ocupados. O autor define que, para compreender a capacidade de suporte de um território, é necessário utilizar as técnicas e métodos de avaliação recomendados pela geografia física por meio de um levantamento detalhado do ambiente físico de uma determinada área de estudo, e que “sem a compreensão do ambiente físico, cometemos caos territorial”.

### **2.1.3. BACIA HIDROGRÁFICA, UMA UNIDADE TERRITORIAL DA PAISAGEM COMO UM TODO.**

Uma bacia hidrológica é uma manifestação de um sistema geológico, e a sua existência, estrutura, organização, função e desenvolvimento são os resultados

complexos da transformação material, entre as quais se destacam a morfogênese, a pedogênese e o ciclo hidrológico.

Por isso, a abordagem de questões relacionadas às mudanças nos sistemas geológicos e nas paisagens que eles produzem não podem se opor à análise das bacias hidrográficas. Isso porque a bacia hidrográfica é resultado da interdependência, sua característica básica é a diversidade de materiais, sua existência se reflete nas diferentes estruturas da paisagem vertical que promove a mudança qualitativa, e é percebida na estrutura horizontal, tornando-se uma excelente unidade geográfica de avaliação do sistema geológico.

Do ponto de vista territorial, uma bacia hidrográfica é uma área definida em termos das características morfológicas da topografia em que um corpo de água flui do final da topografia mais alta para as cotas mais baixas, chegando eventualmente a um corpo de água de ordem superior (STRAHLER 1954), à sua saída, dependendo do tipo de boca/foz, que leva a diferentes executores, podendo ser interna, externa ou silenciosa (CHRISTOFOLETTI 1981).

Como unidade regional, uma bacia hidrográfica é uma área zonal, e seus componentes internos, principalmente aqueles relacionados às características estruturais de verticalidade, podem ser homólogos a outras bacias hidrográficas, no entanto, os componentes que se desenvolvem rapidamente e são fortemente afetados pela presença de água, oferecem formas variadas de usos em relação aos seres existentes, que tem sua adaptação imposta em processo de desenvolvimento da matéria

. É claro que a presença de canais fluviais e a presença de diferentes feições topográficas como planaltos, planícies e depressões implicam formas específicas de fluxo de energia consubstanciado na forma de aplainamento, dissecção ou condução de sedimentos, principalmente de escoamento superficial e trabalho fluvial (CHRISTOFOLETTI 1981).

Por ser uma manifestação do sistema terrestre, a bacia hidrográfica consiste no movimento da matéria em uma interação holística, uma bacia hidrográfica é um sistema aberto no qual podem ser identificados insumos e desenvolvimentos de energia que podem alterar sua estrutura, organizar suas características fundamentais, capaz de vislumbrar níveis de mudanças na paisagem. Este fato sugere que as bacias hidrográficas são suscetíveis a alterações nos insumos não relacionados ao

desenvolvimento natural de seus constituintes, muitas vezes alterados pela atividade humana, pois a corrupção em áreas específicas da bacia pode afetar o desenvolvimento e o fluxo de materiais e energia, onde pode significar mudanças gerais de montante para jusante.

Compreender uma bacia hidrográfica como um sistema aberto significa ver essa unidade territorial como uma unidade do sistema terrestre com diferentes formas de interação e integralidade em diferentes escalas, o que torna a bacia hidrográfica um poderoso espaço empírico de gestão territorial. Nesse sentido, o desenvolvimento do problema não é apenas marcado pela possibilidade de dividir suas diferentes unidades regionais, mas também a base material para a análise do sistema geológico, permitindo avaliar a forma de desenvolvimento dos componentes e sua integridade.

Dentro desta unidade territorial, diferentes unidades de paisagem podem ser validadas, pois o fluxo de energia, matéria e informação (EMI) pode ocorrer em diferentes valores e depender fortemente da topografia, solo, clima e características biológicas. Por causa disso, nas bacias, em áreas com alta pluviosidade, há um maior fluxo de energia na conversão de energia cinética em mecânica.

A formação de diferentes unidades de paisagem dentro de uma mesma bacia hidrográfica, indicando que a transformação de materiais atingiu diferentes níveis e estágios mais elevados, resultando na formação de múltiplas partições ecológicas, onde a bioprospecção destaca o potencial ecológico, porém, como fluxos de energia levam ao intemperismo, erosão, lixiviação e interações mudam, com novas possibilidades de transformações locais e globais que afetam regiões distantes.

Sob este ponto de vista, uma bacia hidrográfica é uma unidade regional, não só podem ser identificadas diferentes unidades de paisagem por meio da divisão do ambiente físico, mas este espaço também é adequado para verificar o impacto das atividades humanas na transformação da paisagem, e significa que mudanças nos sistemas geológicos locais podem levar a mudanças sistêmicas, as mais diversas transformações do todo.

Os compartimentos da paisagem são fundamentais para entender os diferentes processos genéticos, morfológicos e biológicos registrados nas bacias hidrográficas ao longo do tempo. Segundo Ab'Saber (1969), os relevos locais marcam o desenvolvimento da paisagem e, de forma relacionada, a litologia da área contribui

significativamente para o desenvolvimento da paisagem a partir das condições do solo associadas à pedogênese (LEPSCH, 2010).

#### **2.1.4. DEFINIÇÃO DE RISCO: CONTRIBUIÇÕES PARA PESQUISA GEOGRÁFICA**

O estudo e a discussão das sociedades de risco tornaram-se um dos principais aspectos da sociologia ambiental, tendo grande impacto na obra de Ulrich Beck (1992; 2011) e desenvolvendo aplicações em diversas áreas do conhecimento como economia, ciência política, ciência da saúde, a ciência geográfica está incluída no rol das ciências que estudam o assunto, porém, de forma diferente (MARANDOLA JR., 2004).

Por meio da análise do sociólogo alemão Ulrich Beck, Veyret (2007) argumenta que o risco surgiu como um conceito bastante evidente no século XX e é um elemento estruturante da chamada sociedade desenvolvida.

Como mencionado anteriormente, Baker (2011) fez importantes contribuições para a forma teórica e conceitual da pesquisa de risco em seu livro Risk Society. Seguindo a linha de pensamento do autor, a sociedade vivencia uma dimensão persistente do risco da modernidade, levando a uma dupla diferenciação do risco social: a modernidade do risco e a modernidade-reflexividade que tem sua relação causal com o meio ambiente.

Segundo Baker (2011), vivemos em uma sociedade de risco (industrial), a característica mais distintiva da sociedade industrial clássica é a produção e distribuição de riqueza, na qual o risco é gerado de acordo com a seguinte lógica. produção de mercadorias.

No cerne de como o risco é produzido, estes são considerados democráticos e globais, dessa forma, os riscos não diferenciam as classes sociais, ricas e pobres, que estão sujeitas a ameaças percebidas ao progresso (BECK, 2011).

Com base nas discussões defendidas por Beck (1992), Marandola Jr. (2004) destaca:

Os chamados riscos ambientais têm tido cada vez mais atenção de pesquisadores de várias áreas do conhecimento, encarados principalmente em dois níveis: na própria estrutura da sociedade contemporânea, sendo uma questão epistemológica do paradigma societal, produzindo reflexos em vários campos da vida humana (modernização reflexiva, custos sociais da modernização, processo de urbanização) na faixa intermediária entre objetivismo e subjetivismo, em vários níveis, e nos resultados das ações e

interações humanas em ambientes em escalas locais ou regionais (riscos de desmoronamentos, de erosão, de enchente e riscos em locais de trabalho) e até em escala global (mudanças ambientais globais).

Assim como para outros cientistas, Anthony Giddens compreende que o risco se tornou mais ampla e complexa, introduzindo discussões sobre como repensar a modernização, os mecanismos globais de produção e a alocação de riscos (D'ANTONA e MARANDOLA JR. 2014).

Quanto à modernização reflexiva, Beck (2011) a define como modernização da modernização ou segunda modernidade, que é parte integrante da sociedade de risco, que entende a modernização reflexiva como um processo radical de transformação.

De forma sólida, Blakey et al. (2003), argumenta que Baker apoia a visão de sua pesquisa de que o mundo mais desenvolvido é considerado um estado de transição entre uma sociedade industrial e uma sociedade de risco, onde o desenvolvimento social é mais complexo e tecnologicamente induzido, assim novas ameaças aparecem.

Durante o século XX, o conceito de risco foi ampliado e associado ao pensamento de crise, envolvendo aspectos ecológicos, como poluição, degradação pela industrialização e crescimento populacional, e aspectos econômicos, como preço do petróleo e desemprego (VEYRET, 2007).

Desde a década de 1980, a partir da análise da reprodução social do espaço, a pesquisa sobre risco tem sido enfatizada de forma mais profunda, no que diz respeito à operacionalização da inter-relação das dimensões espaciais, com três abordagens metodológicas: ambiental, social e cultural, e dimensões existenciais, baseadas em estudos fenomenológico, incluindo diferentes escalas de análise (MARANDOLA JR; HOGAN, 2004).

Segundo Silva (2013), o desenvolvimento de estudos de risco físico e ambiental no âmbito geográfico está relacionado à interação entre dano ambiental e comportamento humano dentro de um determinado território. Ainda segundo Silva (2013), “acontecimentos ou eventos relacionados à materialização e danos socioeconômicos e ambientais a grupos sociais são resultado de uma justaposição de fatores físicos e sociais”.

O conceito de risco é utilizado em termos conceituais e metodológicos por diversas ciências e refere-se à probabilidade de ocorrência de um evento esperado,

relacionado aos termos de vulnerabilidade, sensibilidade, suscetibilidade, atribuíveis a perigos, desastres e impactos (DAGNINO e CARPI JÚNIOR, 2007).

De acordo com Veyret (2007), risco é descrito como “a palavra que denota tanto o perigo potencial quanto sua percepção, e denota uma situação considerada perigosa na qual é sentido ou sentido seu impacto”. Para Santos e Souza (2014), “Risco é um termo genérico que pode ser definido em múltiplas categorias, desde riscos econômicos até ambientais”.

Nessa linha de pensamento, Almeida (2011) argumenta que:

A noção de risco permeia diversas nuances da sociedade, desde a academia até o âmbito empresarial. É objeto de uso na economia (análise de risco-país, risco de queda nas bolsas de valores), na engenharia (avaliação de riscos de acidades em construções, na segurança do trabalho), nos seguros na saúde, ou seja, é um conceito consideravelmente difundido, por ser, entre outros motivos, o risco como um componente recorrente da sociedade moderna.

Segundo Almeida (2011), o risco pode ser visto como uma categoria de análise relacionada ao entendimento da incerteza, exposição perigosa, perdas e danos físicos e humanos, não apenas problemas naturais, mas também derivados do comportamento humano.

Rebelo (2010) argumenta que o risco corresponde a um sistema complexo em que as modificações são propensas a causar danos diretos ou indiretos à comunidade. Segundo Smith (2001), risco é considerado a probabilidade ou ocorrência de um perigo que causará danos sociais e ambientais.

Nesse contexto, Almeida (2010) vê o perigo como “a possibilidade ou ocorrência de um evento que cause danos”, que é uma ameaça à sociedade do ponto de vista individual e coletivo. Resumidamente, a definição de risco se dá pela probabilidade de um evento com potencial de dano muito alto, envolvendo a percepção dos atores envolvidos e a vulnerabilidade associada ao perigo iminente (MEDEIROS, 2014).

De acordo com Santos e Souza (2014):

O estabelecimento das relações entre impactos, riscos, e processo de uso e ocupação do espaço associado às condições socioeconômicas das populações, permite identificar a maior ou menor vulnerabilidade à incidência de riscos ambientais, conforme as respostas do sistema a essas alterações.

Para Medeiros (2014), o risco é visto como uma percepção humana em que uma pessoa ou grupo de pessoas é colocado em uma situação em que ocorre um evento que pode produzir um dano, o qual está relacionado à integridade humana e

bens materiais. Nesse caso, segundo Rebelo (2010), “para que haja risco, é preciso que haja vulnerabilidade”. Almeida (2011) corrobora a visão de que a compreensão do risco é uma construção social, definida pela percepção de um indivíduo ou grupo de pessoas sobre a probabilidade de um evento potencialmente perigoso e danoso, cujas consequências estão relacionadas à vulnerabilidade inerente ao indivíduo ou grupo.

Souza e Zanella (2010) entendem que a definição conceitual de risco inclui uma relação entre dois elementos importantes: ameaça e vulnerabilidade. As ameaças são definidas em função das condições físicas do ambiente ou da ocupação de determinadas áreas, enquanto as vulnerabilidades são definidas em função dos possíveis danos socioambientais associados às ameaças no território (SILVA, 2013).

Veyret (2007) é central para a discussão do conceito de definição de risco, listando os tipos de risco conforme mostrado no quadro 2 a seguir:

**Quadro 2 - Diversas Classes de Riscos**

CLASSES DE RISCOS		DEFINIÇÃO
RISCOS AMBIENTAIS	RISCOS NATURAIS	Riscos concebidos, percebidos e assumidos por grupos sociais ou indivíduos afetados pela possível ação de processos físicos naturais; podem ser litosféricos (terremotos, deslizamentos de terra, erupções vulcânicas) e hidroclimáticos (ciclones, tempestades, chuvas fortes, inundações, nevascas, granizo, seca); existem causas físicas que escapam em grande parte à intervenção humana e são difíceis de prever.
	RISCOS NATURAIS AGRAVADOS POR ATIVIDADES ANTRÓPICAS	O resultado de desastres naturais, cujos efeitos são amplificados pelas atividades humanas e ocupação dos territórios: erosão, desertificação, fogo, poluição, inundações.
RISCOS TECNOLÓGICOS		Eles distinguem entre contaminação crônica (fenômenos perigosos recorrentes, às vezes lentos e alastrantes) e contaminação acidental (explosões, derramamentos de produtos, substâncias tóxicas, incêndios).
RISCOS ECONÔMICOS, GEOPOLÍTICOS E SOCIAIS		Riscos associados à fragmentação e acesso a determinados recursos (renováveis ou não renováveis), que podem se traduzir em conflito potencial ou manifesto (no caso de reservas de petróleo e água). Podem também derivar das relações econômicas agrícolas (insegurança alimentar), causas da globalização (crise econômica), insegurança e violência decorrentes da segregação socioespacial urbana, riscos à saúde (epidemias, fome, poluição, consumo de drogas).
OUTROS TIPOS DE RISCOS	EX: RISCOS MAIORES	A compreensão do risco depende da escala da análise; portanto, o risco é maior quando o número de custos de restauração e perda de vidas para autoridades públicas e segurados é muito alto. Os maiores riscos correspondem a eventos de baixa frequência e de alta intensidade e consequências (por exemplo, Chernobyl, Seveso, Bhopal, Katrina etc.). Devido à complexidade e multidimensionalidade dos atores e variáveis nas cidades, há também exemplos de "territorialização" do risco, como o caso específico do risco urbano.

Fonte: Adaptado pela autora a partir de Veyret (2007)

Segundo Macedo (2015), com base no conceito teórico de risco, o risco socioambiental é definido pela seguinte equação:

$$R(f) = P \times V \text{ onde:}$$

R = Risco; P = Perigo e V = Vulnerabilidade.

Segundo Barcellos e Oliveira (2008), o risco ambiental e a vulnerabilidade social não se distribuem aleatoriamente no espaço geográfico, são formados por uma organização socialmente desigual em que populações menos beneficiadas vivem em áreas de alta vulnerabilidade ambiental.

De acordo com Veyret (2007), a operacionalização dos riscos ambientais está relacionada às atividades humanas no meio ambiente, incluindo a interação entre os riscos naturais e o comportamento humano no meio ambiente, envolvendo o uso e ocupação dos territórios.

Portanto, Torres (2000) defende que a área de risco ambiental é o ambiente que favorece o espaço ocupado por domicílios com baixo poder aquisitivo e infraestrutura e condições de vida inadequadas.

Sobre esse núcleo, Silva (2013) argumenta que: “Na análise de risco ambiental, a estimativa de danos e vulnerabilidades ambientais dentro de um território é de extrema importância, pois, busca uma forma de identificar áreas ou locais de risco (SILVA, 2013)”.

É importante ressaltar que os riscos naturais e os riscos naturais que são agravados pela ação antrópica tem uma grande contribuição no processo de vulnerabilidade, sabendo que os riscos naturais que são agravados pela ação antrópica têm o poder de acelerar tal processo.

### **2.1.5. A VULNERABILIDADE E SEUS DIVERSOS CONCEITOS E POSSIBILIDADES**

Na avaliação de risco de desastres, segundo Blakie et al. (2003), a vulnerabilidade da construção social deve ser considerada em termos de igual importância, destinada a compreender os desastres naturais. Para os autores, o risco é entendido como uma combinação de vulnerabilidade e perigo.

Perigo nas palavras de Black et al. pessoas. (2003) estão relacionados a eventos naturais que afetam diferentes locais em diferentes momentos de forma única ou em combinação, variando em intensidade e gravidade. A vulnerabilidade está relacionada ao potencial de causalidade, destruição, dano e outras formas de perda e, na visão dos autores, o risco é combinado com um grau previsível de probabilidade de perda.

De acordo com Medeiros (2014), a vulnerabilidade existe quando um perigo é iminente em um determinado contexto geográfico e social, considerando que há maior probabilidade de ocorrência de um fenômeno potencialmente perigoso em comparação com outros locais, bem como os fatores que resistem aos perigos de algumas pessoas, indivíduos contra outros.

Na linha dos autores, assim como o conceito de risco, o conceito de vulnerabilidade é compreendido em outras áreas do conhecimento, das humanidades às ciências naturais. No entanto, surgem dificuldades em definir fragilidade, decorrentes de questões epistemológicas dentro de vários campos do conhecimento, e dificuldades em compreender a complexidade dimensional da realidade em análise, o que pode interferir na implementação dos conceitos (ALMEIDA, 2010).

Cutter (1996) lista várias definições do conceito de vulnerabilidade nas décadas de 1980 e 1990. Notavelmente, a definição do conceito evoluiu ao longo dos anos, desde a definição de ocorrência de uma ameaça até uma abordagem mais sofisticada envolvendo a exposição às condições de vida de grupos de indivíduos e sua capacidade de resposta ao fenômeno (MEDEIROS, 2014).

Dentre a lista elaborada por Cutter (1996) temos Gabor & Griffith (1980), onde relata que a vulnerabilidade é uma ameaça para as pessoas onde estão expostas a materiais perigosos. Para Kates (1985), Vulnerabilidade é "a capacidade de sofrer danos e reagir negativamente". Downing (1991) fala que a vulnerabilidade tem três significados: refere-se a um resultado (como a fome) em vez de uma causa (como a vulnerabilidade à fome), e é um termo relativo que distingue grupos ou regiões socioeconômicas, em vez de uma medida absoluta de privação. Dow (1992) Vulnerabilidade é a capacidade diferente de grupos e indivíduos para lidar com o risco, com base em sua posição dentro do risco, com base em sua posição no mundo físico e social.

A vulnerabilidade é definida para incluir a integração de vários fatores sociais e ambientais dentro das sociedades, grupos sociais e grupos de indivíduos, enquanto ameaças e mudanças ambientais estão associadas a várias questões socioambientais. Nesse contexto, o conceito de vulnerabilidade atinge níveis multidimensionais, incluindo indivíduos, grupos sociais, comunidades, e afeta esses grupos de diferentes formas e intensidades (SILVA, 2013).

Em relação à análise de vulnerabilidade em determinadas áreas, Santos e Souza (2014) afirmaram que a análise: “É possível identificar os principais riscos que podem surgir e desenvolver estratégias de gestão para minimizar danos, materiais e possíveis situações sociais”. Para que essa análise seja possível, é necessário identificar e compreender as condições geoambientais da área em estudo para que seja feito um diagnóstico orientado que oriente o entendimento das causas e efeitos do risco, pois o produto é um subsídio para planejamento e redução de risco (SANTOS e SOUZA, 2014).

Segundo Acseirad (2006) “A vulnerabilidade é relativa – geralmente está associada à exposição ao risco e indica que pessoas, lugares, infraestrutura ou ecossistemas são mais ou menos vulneráveis a um determinado tipo de dano”. Com relação a essa ideia, o conceito de vulnerabilidade é englobado em três componentes: (I) exposição ao risco; (II) incapacidade de responder ao que acontece e (III) capacidade de adaptação às dificuldades de sua realização (MOSER, 1998).

Assim, Medeiros (2014) entende que “dentro de um determinado contexto geográfico e social, haverá vulnerabilidade, pois, alguns lugares são mais propensos a fenômenos nocivos do que outros.

Dadas as várias definições de risco, há também uma gama de definições para vulnerabilidade, conforme mostrado o quadro 3, a seguir:

**Quadro 3 - Tipos de Vulnerabilidade segundo aos estudos naturais**

Tipos de Vulnerabilidade	Definições
Vulnerabilidade Física	Eles se concentram em analisar edifícios, redes de infraestrutura e a probabilidade de perda de pessoas
Vulnerabilidade social	Avalia os retornos empíricos em termos de capacidade de resposta, adaptação, comportamento e suas consequências socioeconômicas e territoriais. Além disso, percepção de ameaça ou memória de risco, conhecimento dos meios de proteção, tipo de comportamento subjacente
Vulnerabilidade Institucional	Diz respeito à capacidade de resposta das instituições às crises, como fator indireto de vulnerabilidade social.
Vulnerabilidade Ambiental	Análise de danos aos componentes ambientais por fenômenos naturais - vegetação, solo, recursos hídricos, fauna e aspectos culturais
Vulnerabilidade Econômica	Avalia deficiências funcionais em áreas como atividade econômica, interrupções nas comunicações e redes de transporte.

Fonte: Adaptado pela autora, a partir de Almeida (2012).

A análise de vulnerabilidade pode identificar ameaças que ocorrem em territórios nas mais diversas escalas geográficas e métodos de análise de variação espacial. O conceito de vulnerabilidade ambiental é uma contribuição interessante para o aporte teórico metodológico que facilita a análise do impacto de possíveis ameaças em um determinado ambiente (SILVA, 2013).

#### **2.1.5. VULNERABILIDADE AMBIENTAL**

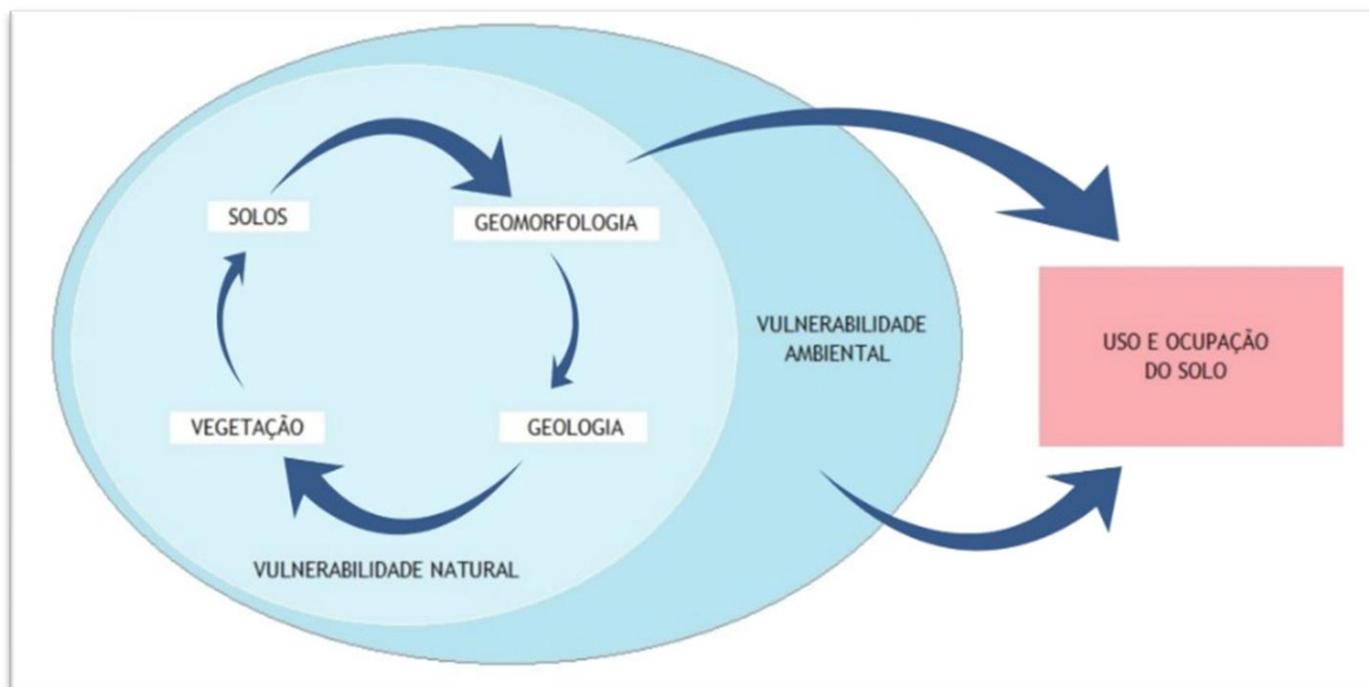
A vulnerabilidade ambiental pode ser definida como a maior ou menor capacidade dos sistemas naturais de lidar com os efeitos das ações humanas, mesmo aqueles com baixa resiliência. Simplificando, é a capacidade do ambiente retornar ao seu estado natural após ser afetado por uma situação crítica (AQUINO 2017).

Para sustentar essa visão, Tagliani (2003) define vulnerabilidade ambiental como a maior ou menor sensibilidade do meio ambiente a algum tipo de impacto em qualquer comportamento humano. Segundo Grigio (2003), no que se refere ao termo suscetibilidade, refere-se à possibilidade de modificar ou adquirir um traço diferente do originalmente possuído.

Silva (2013) argumenta que o conceito de vulnerabilidade ambiental fornece importantes contribuições teóricas, conceituais e metodológicas para analisar o impacto de possíveis ameaças em um determinado ambiente.

Para Oliveira & Mattos (2014), os conceitos de vulnerabilidade ambiental e vulnerabilidade natural são congruentes, diferem quando o comportamento humano é incorporado como parte de seu processo. (Figura 2)

**Figura 2 - Interpretação da Vulnerabilidade Ambiental e Natural**



*Fonte: Elaborada pela autora*

No que concerne a isto, Oliveira & Mattos (2014, p. 161) sinalizam que:

As relações dos fatores físicos, como as condições geológicas, geomorfológicas, pedológicas e de cobertura vegetal natural indicam, pela sua própria classificação, a vulnerabilidade natural, pois desconsidera até aí, uma influência do homem como condicionante das vulnerabilidades. A inserção de uma avaliação de uso e ocupação do solo no sistema, atribui um peso considerável na ponderação das vulnerabilidades, indicando aí um processo de análise “ambiental e não somente “natural”.

Com relação à definição de vulnerabilidade ambiental, Santos e Souza (2014) entendem o conceito como “o grau de exposição a diferentes fatores que podem levar a impactos adversos, como impactos e riscos, derivados ou não de atividades socioeconômicas”.

Olímpio e Zanella (2012) afirmam que a vulnerabilidade ambiental indica sensibilidade aos perigos naturais e à potencial degradação ambiental, e com base na análise da dinâmica natural dos sistemas ambientais e do uso dos recursos naturais, prevê-se que as atividades humanas atuem de forma a interferir na troca de energia.

Nesse cenário, Ross (1994) destaca que um estudo abrangente do território proporciona o conhecimento da dinâmica de um determinado ambiente, seja do comportamento humano ou das próprias forças naturais. Os estudos citados pelos autores permitem a investigação e diagnóstico de determinadas fragilidades ambientais, resultando em mapas de vulnerabilidade ambiental.

As avaliações de vulnerabilidade ambiental tornaram-se um importante recurso para a aplicação e implementação do planejamento territorial e ambiental, conforme descrito nos conceitos apresentados anteriormente. Esta visão permite a inclusão nos estudos ambientais do tema supracitado, nomeadamente as regras da abordagem ecodinâmica de Tricart (1977).

Aquino et. al. (2017) afirma que Tricart “define um sistema como um conjunto de fenômenos que são processados através do fluxo de matéria e energia. Esses fluxos criam interdependências entre os fenômenos, resultando em uma nova entidade global mais dinâmica”.

Diante do exposto, Tricart (1977) propõe as seguintes classificações baseadas no conceito de unidades/entidades dinâmicas: a) meios de estabilização; b) meios transicionais ou transicionais; c) meios altamente instáveis. (Quadro 4)

**Quadro 4 - Unidades Ecodinâmicas desenvolvidas por Tricart (1977)**

Unidades	Descrição
Meios estáveis	A estabilidade está relacionada ao modelo na interface litosfera-atmosfera. Desenvolve-se lentamente e é imperceptível. Os processos mecânicos ocorrem de forma fraca e lenta. As condições estão próximas do que os ecologistas de plantas chamam de estado de clímax.
Meios de transição ou intergrades	Correspondem a regiões de transição entre ambientes estáveis e instáveis. Essa transição de estável para instável ou vice-versa ocorre porque não há mudança repentina de uma situação para outra na natureza. Esses ambientes são caracterizados pela morfogênese – perturbação permanente da pedogênese (o processo de formação do solo), atuando simultaneamente no mesmo espaço.
Meios fortemente instáveis	Eles são o meio pelo qual a morfogênese (o processo de modelagem do relevo) é o elemento dominante na dinâmica natural e um determinante nos sistemas naturais, ao qual outros elementos estão subordinados. [...] A cobertura vegetal também intervém introduzindo influências climáticas, criando instabilidade onde as condições climáticas são mais instáveis. A intervenção humana também promove ativação morfodinâmica repentina e ajuda a desencadear processos erosivos com rápida degradação do solo.

Fonte: Elaborado a partir de Ross (2009), organizada pela autora.

A teoria da dinâmica ecológica e a concepção geomorfológica do sistema terrestre defendida por Tricart (1997) constituem a construção de uma contribuição teórica e metodológica para a elaboração de pesquisas de vulnerabilidade ambiental, confirmando e facilitando sobremaneira a análise abrangente dos problemas ambientais.

Crepani et al. (2001) desenvolveram um modelo de vulnerabilidade que permitiu a análise das condições naturais, estabeleceram 21 categorias de vulnerabilidade à perda de solo (Quadro 5) e identificaram as vantagens dos processos formadores do solo.

**Quadro 5 - Classificação do grau de vulnerabilidade à perda de solo**

Unidade de Paisagem	Média		Grau de Vulnerabilidade	Grau de Saturação				
				Vermelho	Verde	Azul	Cores	
U1		3		Vulnerável	255	0	0	
U2		2,9			255	51	0	
U3	↑	2,8			255	102	0	
U4	V	2,7			255	153	0	
U5	U	2,6		Moderadamente Vulnerável	255	204	0	
U6	L	2,5	E		255	255	0	
U7	N	2,4	S		204	255	0	
U8	E	2,3	T	Medianamente Estável/vulnerável	153	255	0	
U9	R	2,2	A		102	255	0	
U10	A	2,1	B		51	255	0	
U11	B	2	I		0	255	0	
U12	I	1,9	L	Moderadamente Estável	0	255	51	
U13	L	1,8	I		0	255	102	
U14	I	1,7	D		0	255	153	
U15	D	1,6	A	Moderadamente Estável	0	255	204	
U16	A	1,5	D		0	255	255	
U17	D	1,4	E		0	204	255	
U18	E	1,3	↓	Estável	0	153	255	
U19		1,2			0	102	255	
U20		1,1			0	51	255	
U21		1			0	0	255	

Fonte: Crepani et al (2001) – organizada pela autora

O modelo possui 3 categorias morfodinâmica com valores atribuídos de 1,0 a 3,0 identificando se as condições morfodinâmica tendem a ser estáveis ou instáveis, conforme apresentado na tabela 1.

**Tabela 1 - Categorias morfodinâmica em relação ao processo pirogênico e morfogênico**

<b>Classe</b>	<b>Relação</b>	<b>Valor</b>
<b>Morfodinâmica</b>	<b>Pedogênese/Morfogênese</b>	
<b>Estável</b>	Prevalece a Pedogênese	1,0
<b>Intermediária</b>	Equilíbrio Pedogênese/Morfogênese	2,0
<b>Instável</b>	Prevalece a Morfogênese	3,0

Fonte: Crepani et al (2001)

Para determinar o grau de vulnerabilidade, o modelo de Crepani et al. (2001) é aplicado separadamente à unidade territorial básica, abrangendo temas como geologia, geomorfologia, solo, vegetação e clima, dos quais são obtidos valores finais, a partir de a média aritmética dos valores, de acordo com as equações empíricas (1), indicando a posição da unidade na escala de vulnerabilidade à erosão do solo.

$$V = \frac{G+R+S+Vg+C}{5} \quad (1)$$

Onde:

V = Vulnerabilidade;

G = vulnerabilidade para o tema Geologia;

R = vulnerabilidade para o tema Geomorfologia;

S = vulnerabilidade para o tema Solos;

Vg = vulnerabilidade para o tema Vegetação;

C = vulnerabilidade para o tema Clima

Para determinar a vulnerabilidade, o modelo de Crepani et al. (2001) foi aplicado separadamente às unidades territoriais básicas, abrangendo temas como geologia, relevo, solo, vegetação e clima, dos quais foram obtidos valores finais, indicando a posição da unidade na escala de vulnerabilidade à erosão do solo, conforme equação empírica (1).

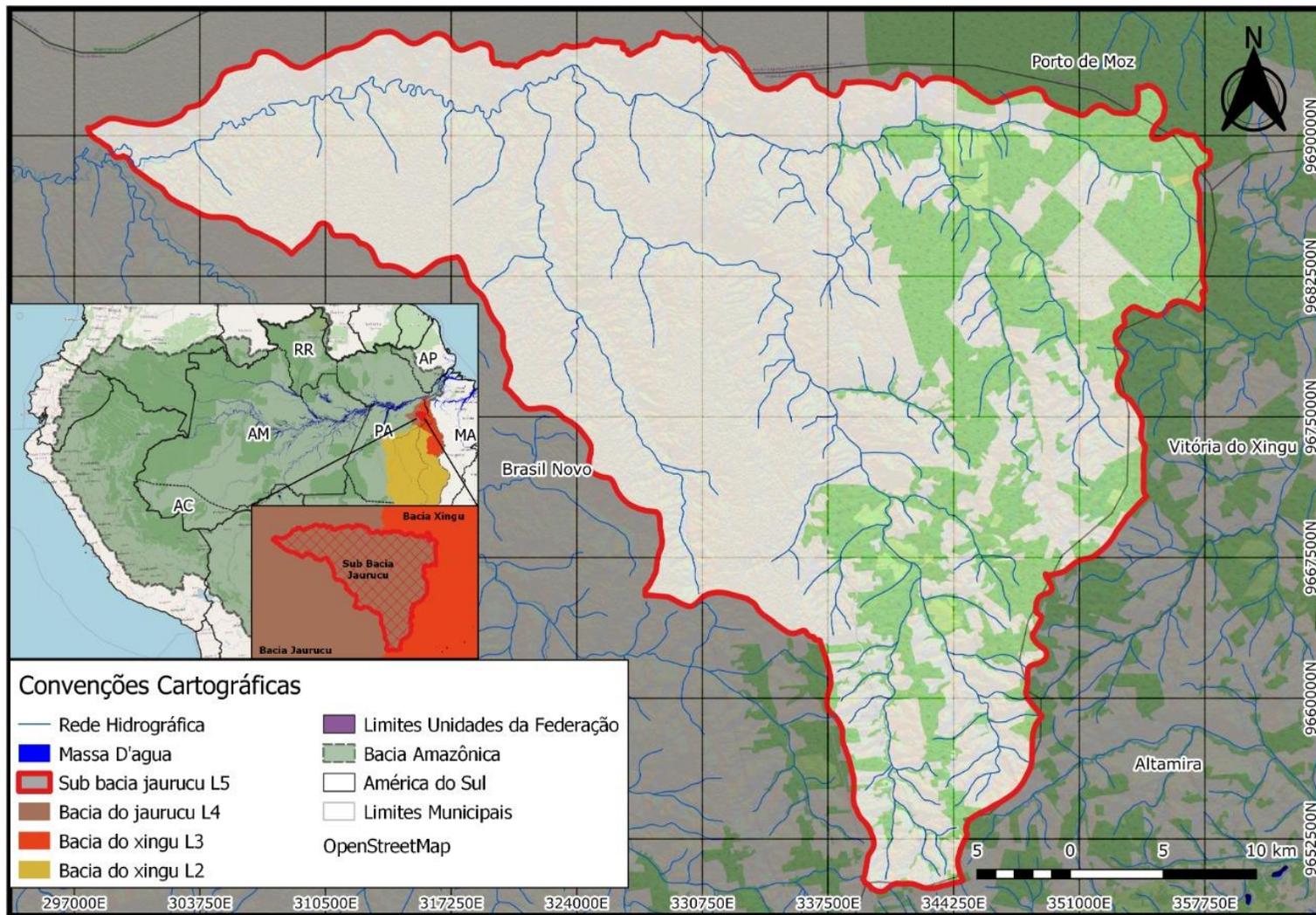
## **3. CAPÍTULO**

### **3.1. MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1.1. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA DE ESTUDO**

A partir desses aspectos gerais, se insere a sub-bacia do Alto Rio Jaurucu, área de estudo da presente pesquisa, localizada no Sudoeste do Estado do Pará, situada na cidade de Brasil Novo, há mais de 800 km de distância da Capital, Belém. A referida bacia é área drenada pelo rio principal, chamado pela população local de rio Jaurucu, sendo este afluente da margem esquerda do rio Xingu em seu baixo curso. (Figura 3)

**Figura 3 - Mapa de localização da Sub-bacia do Alto Rio Jaurucu**



Responsável Técnico: Lucas Lima | Organização: Jaylim Reis | Fonte: IBGE (2019) - ANA (2021) | Sistema de coordenadas projetadas - Datum: SIRGAS 2000 UTM Zone 22S - EPSG: 31982 | Data de elaboração: Dezembro de 2021

Fonte: Elaboração e organização da autora

A sub-bacia está localizada em uma área bastante complexa, suas condições ambientais permitem diferentes formas de uso e ocupação do solo, permitindo o desenvolvimento e implementação de diversas atividades econômicas, como plantação de mandioca para a produção de farinha e na abertura de grandes áreas de pastos para a criação de gado extensivo. Nesse contexto, tais ambientes possuem intenso a moderado uso e ocupação do solo, permitindo a perturbação da dinâmica ambiental natural a partir das ações antrópicas.

A área de estudo inclui a situação entre conflitos ambientais, através do desenvolvimento dos recursos naturais, especialmente através de atividades econômicas. A exploração do potencial paisagístico continua sendo um dos principais componentes da atividade econômica da região hoje, com diferentes modos de exploração e utilização baseados em maior ou menor integração e reprodução ampliada do capital. No alto curso, além da pecuária extensiva hegemônica, existem atividades econômicas de ciclo longo como o cacau e atividades econômicas de ciclo curto como a mandioca ligadas à agricultura, além de projetos comerciais fronteiriços e florestas comunitárias que enfrentam extração ilegal de madeira.

### **3.1.2. Procedimentos Metodológicos**

As proposições deste estudo são geradas por meio de alguns pressupostos e afirmações norteadoras relacionadas aos problemas e impactos ambientais do uso e forma de ocupação do solo e de desenvolvimento do sistema ambiental. A segunda fase do estudo culminou na geração de escalas detalhadas de mapas de uso e ocupação do solo e na definição dos níveis de vulnerabilidade ambiental.

Ao mesmo tempo, são levantadas as seguintes questões norteadoras para orientar o desenvolvimento da pesquisa: a) A forma de ocupação local foi realizada para máxima exploração da paisagem? b) Em algum tempo foram realizadas ações para diminuir os impactos no geossistemas da Sub-bacia do Rio Jaurucu? c) Além disso, é possível mensurar e caracterizar a vulnerabilidade ambiental na sub-bacia a partir das interferências antropogênicas? d) Qual o novo funcionamento da paisagem e suas consequências?

Para consolidar esses pressupostos, a viabilidade de analisar o problema na área de estudo começa com uma compreensão qualitativa das formas de uso e ocupação do solo e dos componentes ambientais e sociais (geologia, geomorfologia,

vegetação, hidrologia, uso e ocupação do solo e cobertura vegetal), em a fim de fornecer uma integração na tela dessas variáveis da área de estudo.

Segundo Ross (2009), estudos que assumem ou possuem características geográficas, como unidades territoriais ou as características de uma determinada área de estudo, no caso do presente trabalho, refere se a Sub-bacia do Alto Rio Jaurucu, se faz necessário realizar quatro intervenções equivalentes as etapas do trabalho de pesquisa, essas etapas são caracterizadas por componentes que são interconectados e inter-relacionados.

Ross (2009) refere-se aos passos que, segundo Libault (1971), as categorias de análise geográfica se dividem da seguinte forma: compilatório; correlatório; semântico/interpretativo e normativo.

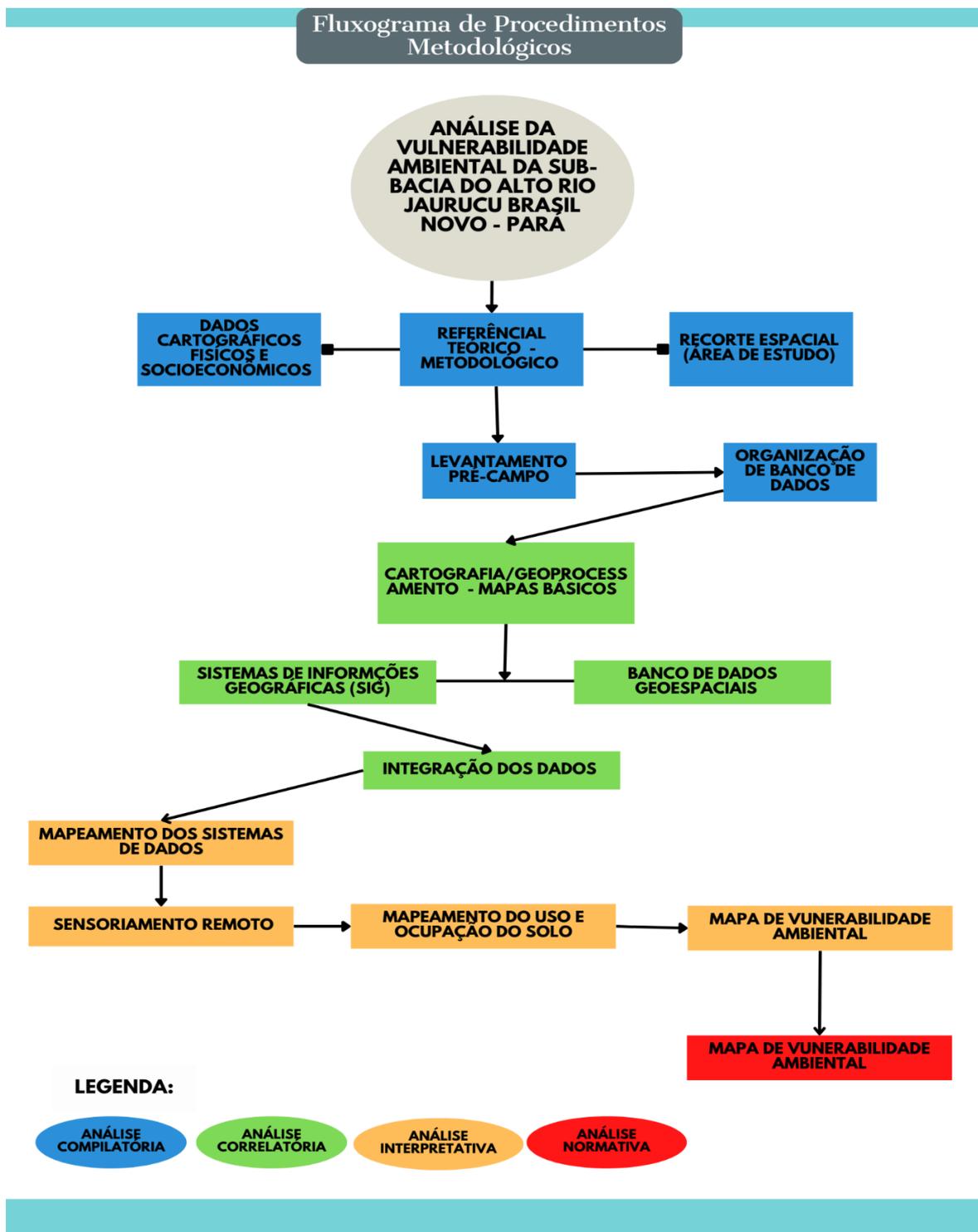
O nível de análise de compilação corresponde à etapa de coleta e seleção de informações sobre as características do meio físico (geologia, geomorfologia, ciência do solo, climatologia e hidrologia); meio biológico (fauna e vegetação) e ambiente socioeconômico (uso e ocupação do solo, população, atividade econômica) levando em consideração objetivos de pesquisa previamente selecionados, nesta etapa é o momento que são coletadas as informações básicas, extraídas de bibliografias (livros, artigos e dissertações), cartas de assunto, imagens de satélite ou dados obtidos em campo.

O nível correlação é a categoria de atividades de inter-relação técnico-científica das informações obtidas na categoria de compilação. Esses documentos representam um resumo inicial do andamento da pesquisa onde são previamente construídas para estabelecer correlações das informações. Esses dados podem ser analisados em ferramentas de sistema de informações geográficas (SIG).

A categoria de análise semântica/interpretativa trás as respostas que corresponde à consolidação das informações ambientais realizadas na fase anterior, em que se estabelece um esclarecimento geral e final das informações precedentemente reunidas. Essa fase, é necessária para consolidar os objetivos propostos para o estudo, onde inclui o mapeamento e descrição dos sistemas ambientais da sub-bacia do Rio Jaurucu, mapeamento de uso e ocupação do solo e análise de vulnerabilidades ambientais.

Por fim, a categoria de análise normativa traz consigo o desenrolar de procedimentos gerais de uso e ocupação do solo com base em interesses e objetivos de desenvolvimento, conservação e proteção legal da área de estudo. (Figura 4)

**Figura 4 - Fluxograma de Procedimentos Metodológicos**

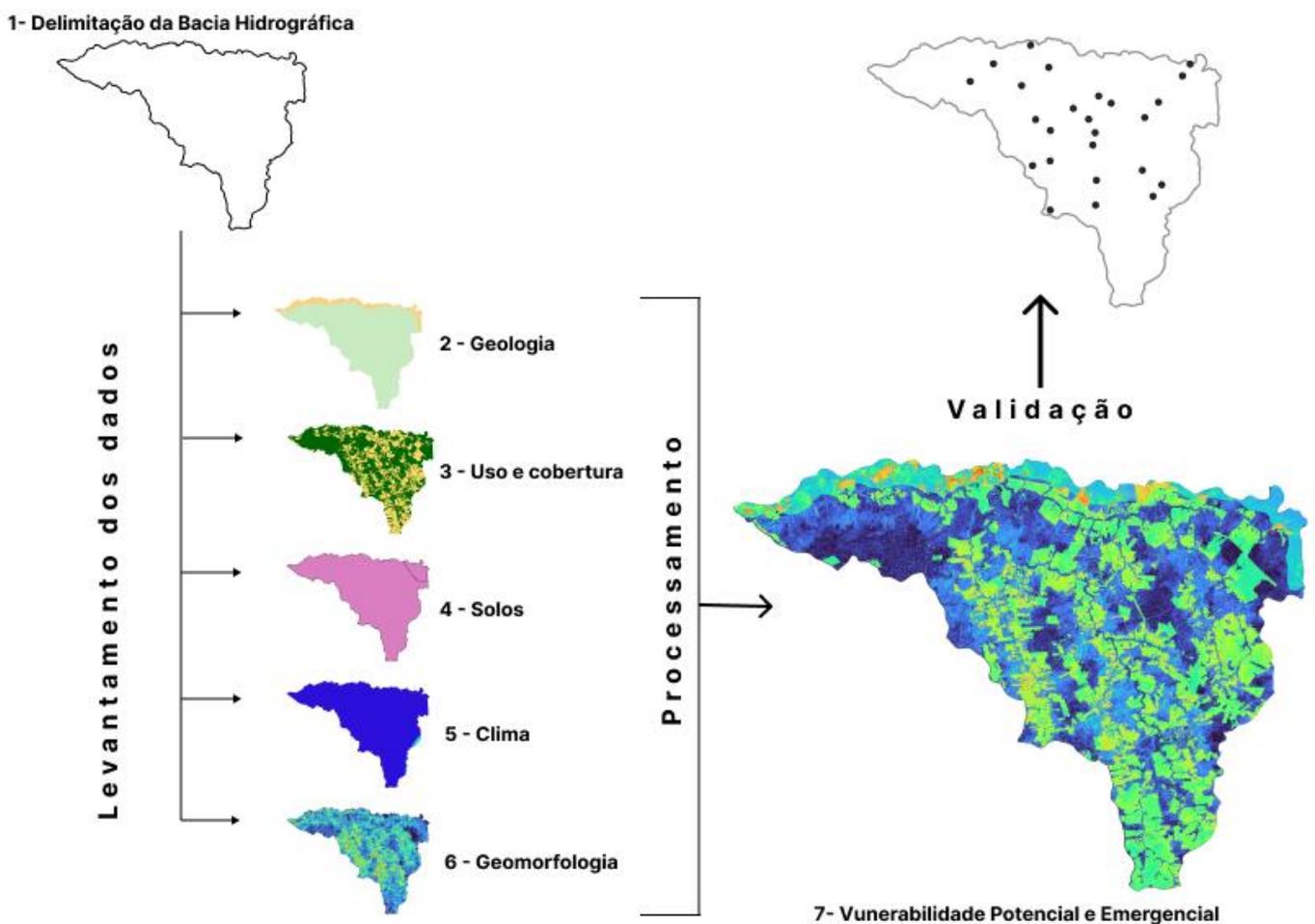


Fonte: Organizada pela autora

Os procedimentos metodológicos, da área de estudo proposta foi investigada de acordo com as etapas abaixo:

- Análise de literaturas por meio da coleta de artigos, dissertações, teses, revistas acadêmicas etc.
- Pesquisas e consultas específicas para consolidar os fundamentos teóricos, conceituais e metodológicos por meio de uma combinação de abordagens analíticas do sistema terrestre.
- A fase de trabalho de campo inclui a coleta de dados georreferenciados, a análise da paisagem, o exame dos dados coletados durante a fase de pré-campo e a realização de fotografias para armazenamento no banco de dados do projeto.

**Figura 5 - Diagrama Metodológico**



Fonte: Elaborado pela Autora

### **3.1.3. TRABALHO DE CAMPO**

Os estudos de campo foram realizados nos travessões da 6, 8 e 10 entre Altamira e Brasil Novo na sub-bacia do Jaurucu durante o inverno e verão dos anos 2017, 2018, 2019 que fizeram parte de pesquisas para coletar dados para a produção de TCC, onde os dados subsidiaram as pesquisas para a dissertação que tiveram seu início em 2020 e 2021. O objetivo das ações de pesquisa é inicialmente era compreender e conhecer o campo de pesquisa, buscando aproximações vínculos com os colonos, pois, essas aproximações foram fundamentais para a captura e geração de dados brutos.

Seguindo a sequência, o processamento de dados espaciais foi sendo realizado no Laboratório de Geotecnologia Integrada (LABIGEO) e no Laboratório de Geografia Física e Cartografia (LAGEO), onde foram realizadas as atividades de organização e seleção de dados, inclusão na base de dados, edição vetorial e álgebra raster nos dados auxiliares obtidos para o ambiente do Sistema de Informação Geográfica (SIG) Quantun Gis 3.4.

A pesquisa de campo, especialmente a realizada em 2020, foi organizada a fim de reconhecer novas possibilidade de pesquisa no travessão da 6 (seis) na sub-bacia, em conversar informais com os proprietários, onde muitos se recusaram a receber visitas por conta do momento de pandemia vivenciado.

Os fatos relevantes do trabalho de campo foram realizado ao longo de 2 (dois) anos são a contínua degradação dos solos e a aparente perda do potencial paisagístico, causando significativos danos ambientais como a vulnerabilidade e danos econômicos.

### **3.1.4. ESTRUTURAÇÃO DAS BASES CARTOGRÁFICAS**

As bases de mapeamento foram desenvolvidas a partir de shapefiles, mapas disponíveis em instituições oficiais e científicas, e processadas no software Qgis versão 3.10.4. Notavelmente, todas as bases foram convertidas para Datum Sirgas 2000 e sistemas de referência em Universal Transversa Mercator (UTM) no fuso 22S. Para tanto, são processados mapas de bacias hidrográficas, mapeamento geológico, modelos digitais de terreno para mapeamento topográfico, mapeamento de solo,

mapeamento de uso do solo para elaboração de mapeamento de vegetação e mapeamento de precipitação.

A delimitação da bacia hidrográfica do Jaurucu foi definida com base no levantamento da Base Hidrográfica Ottocodificada Multiescalas elaborado pela Agência Nacional de Águas, em 2017 (BRASIL, 2017), da qual extraiu-se os limites da área de estudo a partir do nível 5 da base hidrográfica.

Assim como a análise do mapeamento geológico foi utilizado um mapa geológico do Estado de Pará elaborado pela CPRM - Agência Geológica Brasileira (Vasquez e Rosa-Costa, 2008), na escala 1:100.000, identificando a geologia existente dentro dos limites da bacia hidrográfica de interesse.

Para o mapa de solos, foi utilizado um mapa de solos do Brasil elaborado por Santos et. al (2011) - Embrapa Solos na escala 1:5.000.000. Para a obtenção dos tipos de solo, a base foi recortada pelos limites da área de estudo no software QGis versão 3.10.4, classificando de acordo com os tipos de solo identificados na mesma.

O mapa de uso do solo foi adquirido por meio de download na plataforma Google Earth Engine a partir da coleção 6.0 da série anual de Mapas de Uso do Solo e Cobertura do Solo do Brasil – MapBiomias (2020), detalhados por meio de imagens do satélite Landsat 8.

O processo de recorte, correção e cálculo de áreas das imagens foi realizado no software Qgis, o uso do solo foi classificado de acordo com a tabela de dados de resumo do projeto MapBiomias. Para obter indicadores de vulnerabilidade, utilizou-se a referência descrita por Crepani et al. (2001), classificados de acordo com o uso do solo listado na Tabela 2, em: Formação Florestal; Formação Campestre; Pastagem, Corpos de Água.

**Tabela 2 - Classificação do uso do solo, associado a vulnerabilidade ambiental**

<b>CLASSIFICAÇÃO</b>	<b>REFERÊNCIA MAPA BIOMAS</b>	<b>VULNERABILIDADE CREPANI, 2001</b>
<b>Formação Florestal</b>	<b>3</b>	<b>1</b>
<b>Formação Campestre</b>	<b>12</b>	<b>1,5</b>
<b>Pastagem</b>	<b>15</b>	<b>2</b>
<b>Outras lavouras temporárias</b>	<b>-</b>	<b>2</b>
<b>Corpos de Água</b>	<b>33</b>	<b>3</b>

Fonte: Adaptado de Map Biomias (2018) e Crepani et al. (2001).

O mapa de geomorfologia foi elaborado a partir da proposta descrita por Crepani et al. (2001), na qual o autor relata que para estabelecer os valores da escala de vulnerabilidade no que diz respeito a geomorfologia devem ser analisados índices morfométricos do terreno, a saber são eles a dissecação do relevo pela drenagem, a amplitude altimétrica e a declividade.

A dissecação do relevo pela drenagem e a amplitude altimétrica foram mapeados por meio da metodologia de Guimaraes et. al (2017) e Lima (2018), utilizando o modelo digital de terreno ALOS World 3D - 30m (AW3D30) para extração dos índices de dissecação horizontal e vertical do relevo, para além disso, gerou-se o raster de declividade seguindo a classificação de vulnerabilidade proposta por Crepani et al (2001).

De posse dos elementos constituintes do mapa de geomorfologia, é realizado uma média aritmética dos três elementos com auxílio da calculadora raster do qgis, o produto desta operação é o fator geomorfologia que deverá ser empregado no mapeamento de vulnerabilidade.

$$\text{Geomorfologia} = \frac{(\text{Dissecação do relevo pela drenagem} + \text{amplitude altimétrica} + \text{declividade})}{3}$$

A intensidade pluviométrica permite a quantificação do grau de risco que determinada paisagem está submetida, pois cenários em que a paisagem está com a intensidade pluviométrica elevada podem ser entendidas como situações em que a quantidade de água disponível para “runoff” é muito grande, o que proporcionalmente amplifica a capacidade de erosão.

O valor da intensidade pluviométrica para uma determinada área pode ser obtido dividindo-se o valor da pluviosidade média anual (em mm) pela duração do período chuvoso (em meses) (CREPANI et al 2001).

Para a área de estudo, mapeou-se todas as estações pluviométricas próximas a bacia hidrográfica, após isso, calculou-se a precipitação média mensal e anual, o número de dias com chuva e a intensidade pluviométrica conforme descreve Crepani et al (2004), a seguir, interpolou-se por meio da ferramenta de interpolação do inverso da distância disponível no Qgis os dados de intensidade pluviométrica com uma resolução espacial de 30 metros, depois, classificou-se o produto da interpolação

segundo as faixas de vulnerabilidade da intensidade pluviométrica descrita por Crepani e por último recortou-se o raster através dos limites da microbacia para identificação das faixas de intensidade pluviométrica presentes na área de estudo.

O mapa de vulnerabilidade potencial foi elaborado por meio da calculadora raster utilizando álgebra de mapas, no software Qgis, o cálculo envolvido é a média aritmética dos mapas de Geologia, Geomorfologia, Solos, Intensidade Pluviométrica e Uso e cobertura dos solos, para todos estes componentes atribui-se os valores de vulnerabilidade\estabilidade conforme dita a literatura.

O mapa de vulnerabilidade emergencial é a reclassificação em 5 classes descritas na tabela 3, tal do produto obtido a partir do procedimento descrito no parágrafo acima.

**Tabela 3 - Classes de vulnerabilidade e/ou estabilidade à degradação**

<b>Escala de Vulnerabilidade</b>	<b>Grau de Vulnerabilidade</b>
1,0 e 1,3	Estável
1,4 e 1,7	Moderadamente Estável
1,8 e 2,2	Medianamente Estável/Vulnerável
2,3 e 2,6	Moderadamente Vulnerável
2,7 e 3,0	Vulnerável

Fonte: Modificada de Crepani e et al., (2001)

## **4. CAPÍTULO**

### **4.1. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

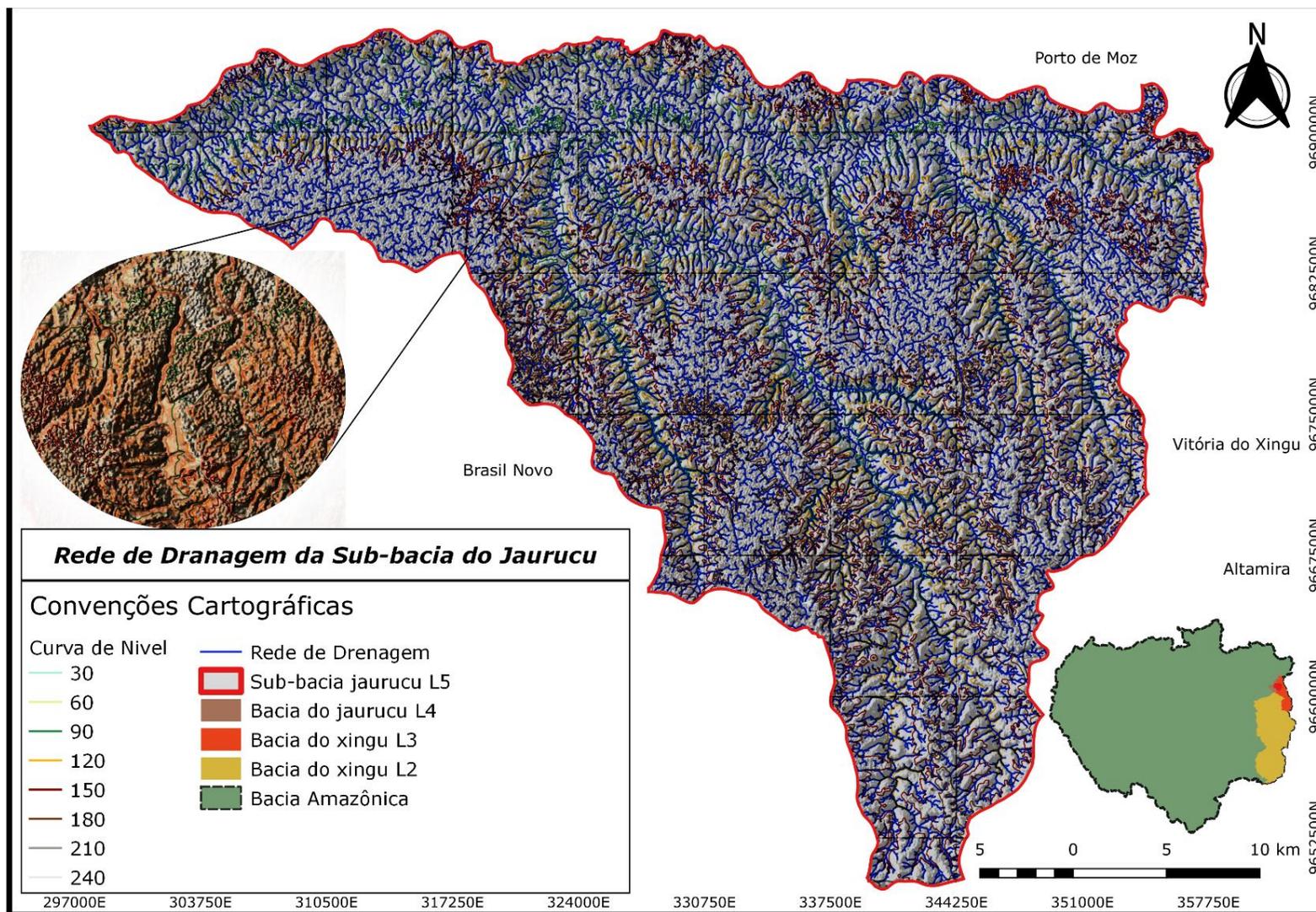
#### **4.1.1. DELIMITAÇÃO DA SUB-BACIA DO JAURUCU**

A Sub-Bacia do Jaurucu apresenta em seu perímetro 206,53378 Km e é um dos principais afluentes o Rio Xingu em seu baixo curso, a sub-bacia tem seu escoamento predominante do Norte para o Sul, e está localizada na porção sudeste da Bacia do Jaurucu. A Sub-Bacia encontra-se hoje em seu geossistema um grande problema de erosão.

O processo erosivo está ligado a deterioração da superfície do terreno, marcada pela condução de sedimentos em diversos estágios de desenvolvimento para as áreas mais baixas do local erodido, tendo como seus principais agentes o vento e a água. Assim quando ocorre aplainamento de terreno por erosão de maneira gradual e lenta, é denominada segundo Flauzino (2012) de erosão geológica ou normal, que condiciona a formação das estruturas do relevo da superfície da Terra, ao passo que a erosão é potencializada pela ação humana.

De acordo com Fernandes e Amaral (1996), os deslocamentos de massa e a erosão são fenômenos naturais contínuos de dinâmica externa que moldam a paisagem da superfície terrestre. Entre os fatores naturais que controlam a erosão temos a hipsometria, declividade e o uso do solo, quais potencializam maior ou menor sistemas erosivos, assim, podemos analisar os mapas das Figuras 6 e 7.

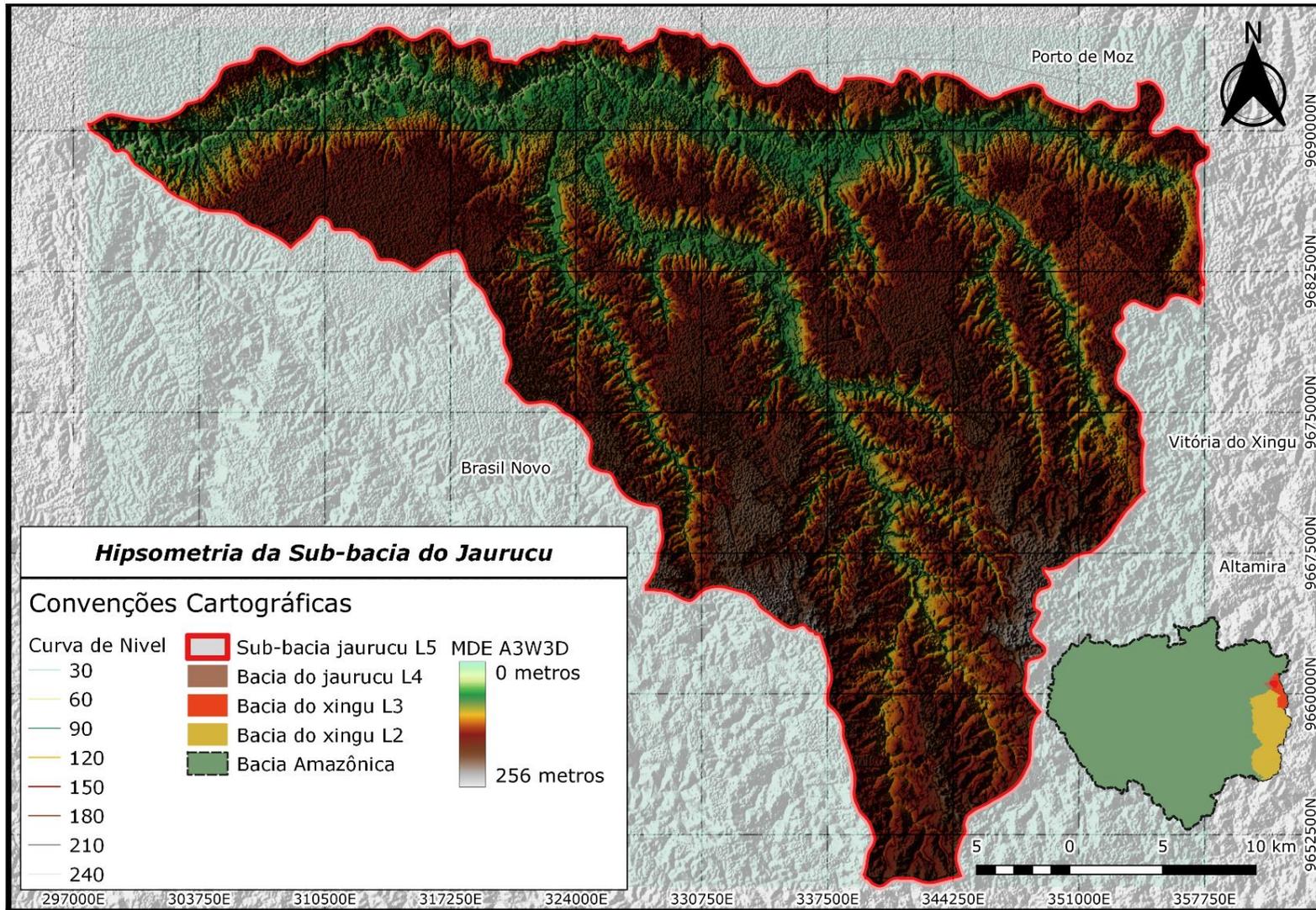
Figura 6 - Mapa da Rede de Drenagem da Sub-bacia do Jaurucu



Responsável Técnico: Lucas Lima | Organização: Jaylim Reis | Fonte: IBGE (2019) - ANA (2021) | Sistema de coordenadas projetadas - Datum: SIRGAS 2000 UTM Zone 22S - EPSG: 31982 | Data de elaboração: Dezembro de 2021

Fonte: Elaboração e Organização da autora 2022

**Figura 7 - Hipsometria da Sub-bacia do Jaurucu**



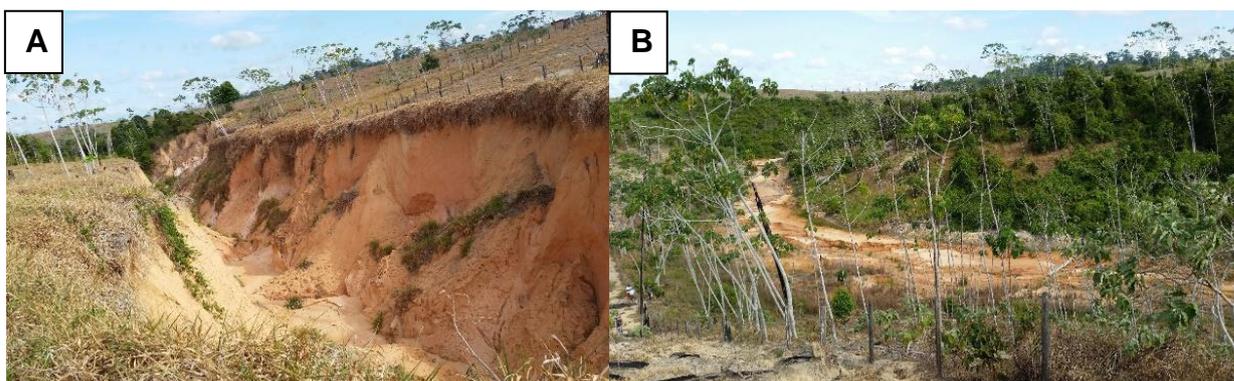
Responsável Técnico: Lucas Lima | Organização: Jaylim Reis | Fonte: IBGE (2019) - ANA (2021) | Sistema de coordenadas projetadas - Datum: SIRGAS 2000 UTM Zone 22S - EPSG: 31982 | Data de elaboração: Dezembro de 2021

Fonte: Elaboração e Organização da autora 2022

Observando o Mapa da Figura 02 há vários canais fluviais na sub bacia, indicando uma rede de drenagem que se encaixa na morfologia do terreno, iniciando nas áreas mais altas nos divisores de águas seguindo até seu baixo curso. A rampa hipsométrica entre sua faixa mais baixa e a mais alta apresenta diferença de 210 metros de ortometria, podendo indicar terreno com fortes inclinações.

A presença de vertentes íngremes ocorre nas áreas indicadas em vermelho na declividade, quais indicam que a bacia topográfica e morfologicamente tem áreas vulneráveis a usos. Faz-se necessário que a fisiologia da paisagem seja compreendida, para que os usos não impactem em demasia o geossistema local, porque, usos capazes de desflorestar áreas de nascentes e vertentes declivosas, podem contribuir para intensificação de processos erosivos de grande magnitude podendo ser observada na figura 8.

**Figura 8 - Fotos da área degradada com presença de voçorocas**



Fonte: Trabalho de campo, data 2020

É possível analisar na figura 8A uma grande degradação do solo e uma formação de voçoroca que se desenvolveu ao longo dos tempos, onde teve seu impulsionamento diretamente ligado a lixiviação do solo, com a abertura de grandes áreas de pastagens para a criação de gado solto. A figura 8B é uma extensão da voçoroca, onde pode-se perceber um canal hidrográfico totalmente assoreado, com o surgimento de novas áreas florestais.

## **4.1.2. ASPECTOS FÍSICOS E BIÓTICOS**

### **4.1.2.1. CLIMA**

A visão de Ab'Saber (2003) da transformação da paisagem é baseada principalmente na transformação topográfica e hierarquias de componentes de conformação, como o sistema climático geomórfico presente na análise de Cailleux e Tricart (1957), outros aspectos como topografia, litologia e clima segundo Ab'Saber (2003), são fatores regionais de grande importância no desenvolvimento da paisagem.

É de grande importância ressaltar que o clima local se caracteriza por um clima quente e úmido, o que leva ao conceito de duas estações bem definidas: a "seca" (junho-novembro) e a "estação chuvosa" (dezembro-maio).

Segundo Falesi et al (1967) o clima local pertence ao tipo Aw da classificação de Köppen, que se caracteriza por uma estação seca acentuada, no inverno, a precipitação é inferior a 60 mm e o estado térmico é semelhante ao do tipo Af que se caracteriza com um clima tropical chuvoso de floresta (equatorial).

O tipo climático Aw, ocorre na Amazônia no seu extremo meridional estendendo-se numa faixa contínua desde a fronteira do Brasil com a Bolívia no Estado do Mato Grosso, até o extremo leste da região, nos Estados de Goiás e Maranhão. Inclui-se ainda neste tipo climático 'uma área no extremo norte da Amazônia, correspondente aos campos de Roraima e em torno da cidade de Altamira e região.

### **4.1.2.2. GEOLOGIA LOCAL**

Segundo pesquisas não há registro recente de atividades geológicas na bacia, principalmente em seu estuário, com a formação e expansão de planícies fluviais ao longo da bacia. A ausência de movimento ascendente define a função da paisagem a partir da relação de seus componentes internos, sua horizontalidade e verticalidade.

Nessas condições, o desenvolvimento do relevo do Jaurucu ocorreu primeiramente pelo lento achatamento da superfície física pelo intemperismo da superfície rochosa e pela erosão pluvial da topografia predominantemente da sub-bacia (GUERRA, 2013). De fato, com exceção de áreas dominadas por intensa deposição aluvial, a função paisagística de Jaurucu é impulsionada pela pedogênese.

Na sub-bacia do Alto Rio Jaurucu, local onde as pesquisas de campo foram realizadas, tem em sua característica diferentes unidades geológicas, que datam de diferentes períodos de transição da superfície geofísica. No centro da bacia, predomina a Formação Alter do chão Cretáceo superior, dominada por arenitos vermelhos de granulação fina a média, bem como argilitos, ferro e conglomerados. Esta feição litológica é fundamental para compreender a formação e especialização dos solos na bacia e ajudar a compreender a função e vulnerabilidade da paisagem.

### **Figura 9 – Mapa das unidades geológicas da Bacia do Jaurucu**

A atenção para a formação de Alter do Chão deve-se à sua abrangência espacial na bacia, principalmente porque a partir de 1970 era uma área densa para a formação de áreas agrícolas e pastagens extensivas. Pode-se observar que a litologia dominante define a área como uma composição dominada por arenitos com forte elemento ferro, o que contribui significativamente para a formação de solos lateríticos ácidos.

Assim, os períodos de maior umidade resultam em erosão progressiva e lixiviação de solos com maiores proporções de areia, pois as características da formação Alter do chão ao nível do solo determinam a erosão e maior dissecação da topografia por influências climáticas. Nesse sentido, a formação de lateritos, principalmente solos pobres em nutrientes (EMBRAPA, 2013), está relacionada à mineralogia das rochas matrizes, que fornecem os principais latossolos da sub-bacia, principalmente a montante do Jaurucu.

#### 4.1.2.3. GEOMORFOLOGIA

Quanto à geomorfologia, a declividade dentro da microbacia foi analisada e graduada em 6 classes, conforme mostrado na figura 10 abaixo.

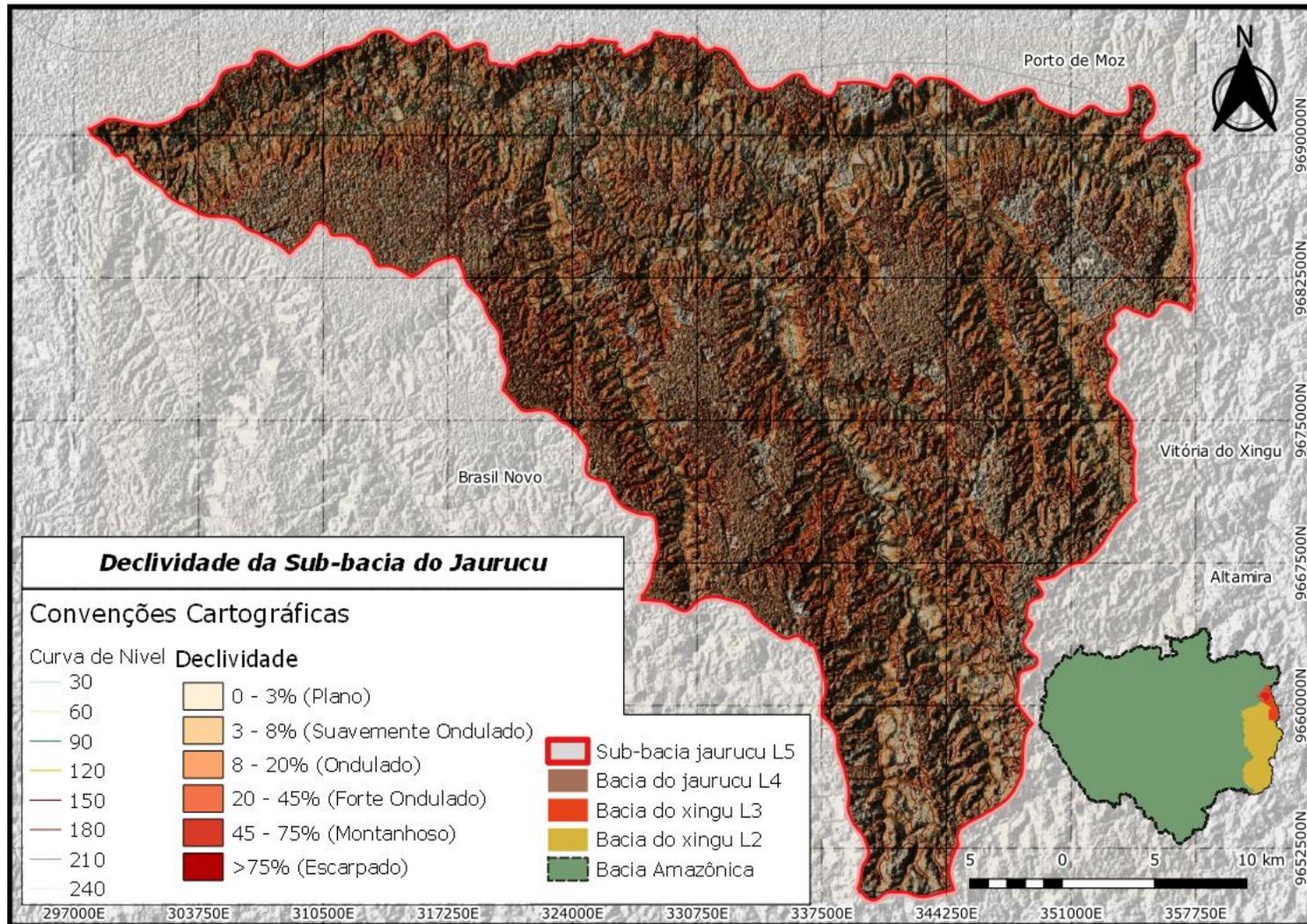
Conforme mostrado a tabela 4, os resultados do mapeamento de inclinação mostram que a inclinação mais baixa é inferior 3% está dentro de 1651,709 quilômetros quadrados, e a maior inclinação de 75% está dentro de 15,209 quilômetros quadrados.

**Tabela 4 - Declividades presentes na sub-bacia do Jaurucu**

<b>Declividade Jaurucu</b>				
<b>% de declividade</b>	<b>Quilômetros Quadrados</b>	<b>Perímetro em metros</b>	<b>Classe de Declividade</b>	<b>Vulnerabilidade (Crepani et al., 2001)</b>
<b>1</b>	1651,709	9523195,94	0 - 3% (Plano)	1,0
<b>2</b>	385,208	21919295,8	3 - 8% (Suavemente Ondulado)	1,5
<b>3</b>	507,237	23830610,4	8 - 20% (Ondulado)	2,0
<b>4</b>	186,651	9746808,89	20 - 45% (Forte Ondulado)	2,5
<b>5</b>	9,989	763099,948	45 - 75% (Montanhoso)	3,0
<b>6</b>	15,209	522355,571	>75% (Escarpado)	3,0

Fonte: Elaborada pela autora, Data 2022

**Figura 910 - Declividade da Sub-bacia do Jaurucu**



Responsável Técnico: Lucas Lima | Organização: Jaylirn Reis | Fonte: IBGE (2019) - ANA (2021) | Sistema de coordenadas projetadas - Datum: SIRGAS 2000 UTM Zone 22S - EPSG: 31982 | Data de elaboração: Dezembro de 2021

**Fonte: Elaboração e organização da autora 2022**

O relevo é o resultado da interação de processos de troca de energia e materiais (litosfera, atmosfera, hidrosfera e biosfera), manifestados no tempo e no espaço, e sua origem e transformação ocorrem em dois tipos de fatores: endógenos, originários das ações exógenas, mais ou menos do clima e intemperismo da região, que é responsável pela fragmentação de rochas e minerais, que criam ou alteram relevos por processos erosivos, relevos esculpidos (NUNES, 2006).

A análise topográfica é essencial não só para a própria geomorfologia (a ciência que estuda os relevos, sua origem, composição e os processos que atuam sobre eles), mas também para outras geociências que estudam a composição das superfícies terrestres, rochas, solo, vegetação e água), bem como a definição de vulnerabilidade ambiental e a legislação que estabelece sua ocupação e proteção (FLORENZANO, 2008).

É claro que a presença de canais fluviais e a presença de diferentes feições topográficas como planaltos, planícies e depressões implicam formas específicas de fluxo de energia consubstanciado na forma de aplainamento, dissecção ou condução de sedimentos, principalmente de escoamento superficial e trabalho fluvial (CRISTOFOLLETTE, 1981).

É claro que a geomorfologia da sub-bacia e sua diferenciação dentro de grandes unidades geomórficas como planícies, planaltos e depressões contribui e, em alguns casos e determina o desenvolvimento das paisagens, pois o fluxo do solo depende da orientação das encostas ou topos dos divisores e dependendo da litologia ou do solo, proporcionam o desenvolvimento da paisagem.

As unidades de paisagem na sub-bacia são projetadas para definir as mudanças feitas pelo homem na paisagem, apresentando novas totalidades em áreas profundamente exploradas. O desenvolvimento do mapeamento das unidades de paisagem e exposição ocorreu principalmente na região do baixo planalto da Amazônia, unidade densamente ocupada desde 1970, onde estão localizadas as sub-bacias de estudo de campo.

### 4.1.3 CARACTERÍSTICA DO USO E COBERTURA DO SOLO

O mapeamento da vegetação foi realizado usando o banco de dados do projeto MapBiomias com base no uso e ocupação do solo em 2020, mostrando 5 categorias diferentes de uso e ocupação do solo. As categorias foram agrupadas e o índice de vulnerabilidade determinado de acordo com o método de Crepani et al. (2001), conforme mostrado na tabela 5.

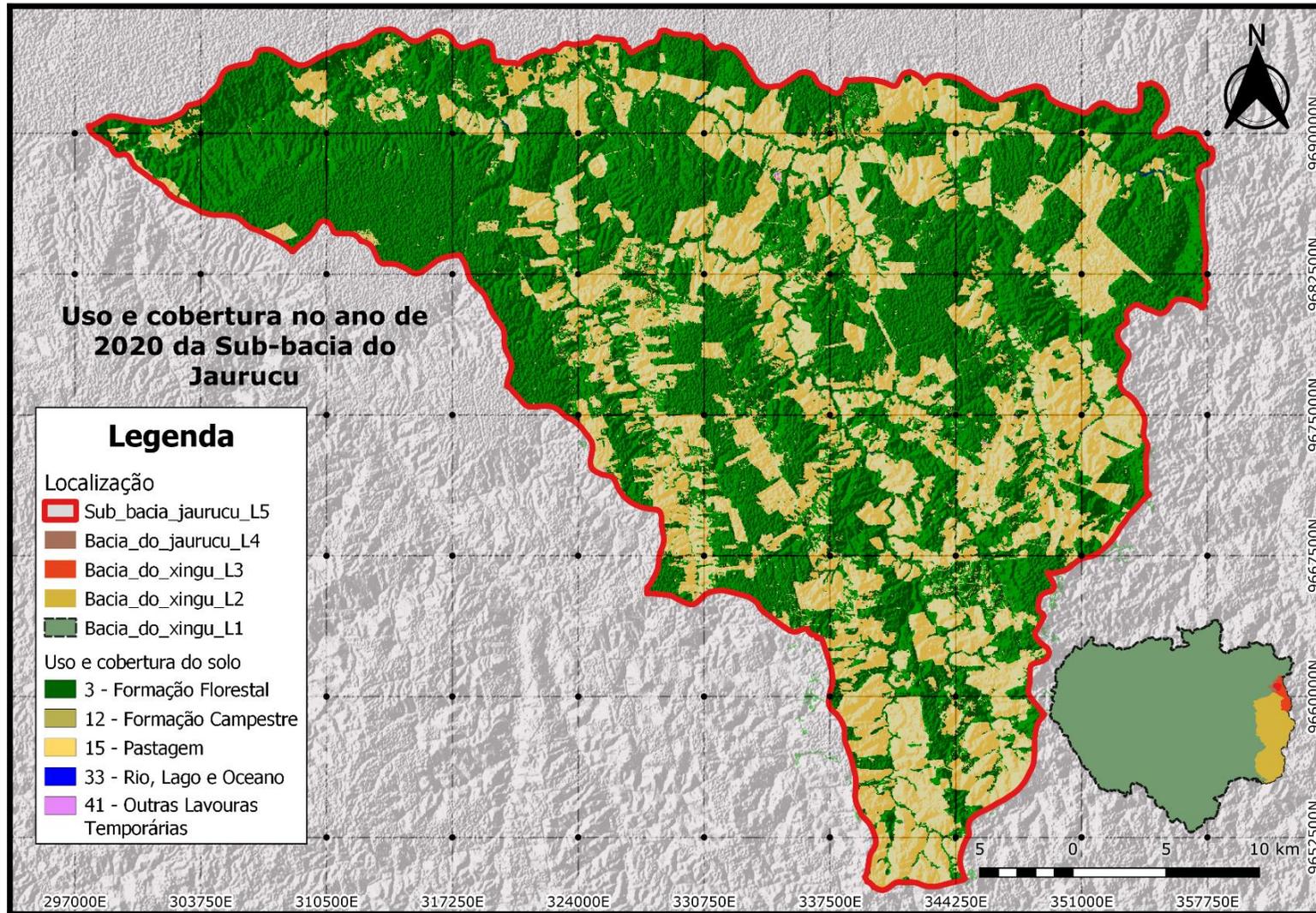
**Tabela 5 - Mapeamento do uso e ocupação do solo em 2020**

CLASSIFICAÇÃO	HECTARE	%	VULNERABILIDADE CREPANI, 2001
Formação Florestal	77.243,26	60	1
Formação Campestre	155,11	2	1,5
Pastagem	46.765,95	37	2
Outras lavouras temporárias	45,16	0,6	2
Corpos de Água	36,32	0,4	3

Fonte: Autora, 2022

O uso e ocupação do solo demonstrou que a Formação Florestal recobre aproximadamente 60% da sub-bacia conforme apresentado na Tabela 8, recebendo o menor índice de vulnerabilidade, equivalente a 1,0. A formação florestal apresenta maior predominância nas regiões com declividade acentuada. A pastagem representa a segunda a maior ocupação da sub-bacia, esse valor é expressivo tendo em vista que isso é justificado pelas extensas áreas utilizadas para a criação de gado de corte, totalizando 37% da área. Tais números são justificados pelos resultados econômicos das atividades agropecuárias nos municípios próximos a da sub-bacia. A pastagem recebe nota 2 no índice de vulnerabilidade. Quanto aos recursos hídricos, foram identificadas/observadas pequenas áreas que levam o nível máximo no índice de vulnerabilidade. (Figura 12)

Figura 10 - Uso e cobertura do Solo



Responsável Técnico: Lucas Lima | Organização: Jaylim Reis | Fonte: IBGE (2019) - ANA (2021) - MapBiomas (2021) | Sistema de coordenadas projetadas - Datum: SIRGAS 2000 UTM Zone 22S - EPSG: 31982 | Data de elaboração: Dezembro de 2021

Fonte: Elaboração e organização da Autora

#### 4.1.4. VULNERABILIDADE DA SUB-BACIA DO JAURUCU

A pesquisa abrangente sobre um determinado território pressupõe a compreensão do funcionamento do ambiente natural, com ou sem intervenção humana (Ross, 2001). Nesse sentido, as partições ambientais são construídas como uma metodologia para integrar conhecimentos de diferentes domínios a partir do entendimento das relações existentes entre dados ambientais físicos e humanos.

É importante ressaltar que, do ponto de vista da vulnerabilidade ambiental, o mapeamento das unidades de paisagem torna-se um importante material para o manejo/planejamento do território. Portanto, para analisar a vulnerabilidade ambiental, é necessário avaliar os conhecimentos relacionados às potencialidades do meio físico e humano (solo, topografia, rocha, hidrologia, clima, uso e cobertura da terra) de forma integrada.

Segundo Oliveira et al. (2009), isso pode ser alcançado dividindo uma área em zonas de uso do solo com base no conhecimento de áreas críticas e/ou ambientalmente vulneráveis.

O método utilizado por Tricart (1977) baseia-se no fluxo de matéria e energia para demonstrar que, na natureza, esse processo ocorre por meio de relações de equilíbrio dinâmico logicamente na teoria dos sistemas. No entanto, este equilíbrio é muitas vezes alterado pela intervenção humana na natureza, que pode criar desequilíbrios temporários e/ou permanentes. Diante dessas situações, Tricart (1977) definiu que um ambiente em equilíbrio dinâmico é considerado estável, enquanto um ambiente em desequilíbrio é considerado instável.

Para Crepani et al. (2001), a análise de vulnerabilidade ambiental envolve necessariamente trabalho de campo, serviços de laboratório, geração de produtos de mapeamento temático para geologia, geomorfologia, uso e ocupação do solo, climatologia e vegetação.

A vulnerabilidade, atribui valores que variavam de acordo com seu estado dinâmico ecológico. Para regiões estáveis, as correlações são valores próximos a 1 (um); para regiões intermediárias, valores próximos a 2 (dois), e em regiões instáveis, valores próximos a 3 (três).

Sabemos que as mudanças e processos de mudança no sistema terrestre ocorrem naturalmente, mas existem várias formas de acelerar esse processo, uma delas é utilizando os recursos naturais. O processo de transformação e mudança da

paisagem natural ocorre na interação com a sociedade, e as pessoas realizam transformações e transformações à sua maneira para obter o máximo aproveitamento e benefícios. Notavelmente, as sociedades exploram partes da paisagem como um todo, muitas vezes a partir de alguns componentes, cuja intensidade pode definir a velocidade com que a paisagem se transforma.

As ações humanas na tentativa de suprir as necessidades sociais têm gerado vários conflitos com o meio ambiente, (ROSS, 2006) afirmando que o meio natural está em equilíbrio até certo ponto, quando a intervenção humana ultrapassa esse limite, esse equilíbrio termina e então começa um período de mudança em energia, matéria e informação (MEI).

O mau uso dos recursos terrestres sem levar em conta sua capacidade e sensibilidade é uma das principais causas da degradação das paisagens e de seus recursos, conforme estudado por Siqueira et al. (1994), onde argumentaram que o declínio na qualidade e produtividade do solo devido ao uso humano inadequado do solo está associado à superexploração da paisagem.

A paisagem feita pelo homem continua a fazer parte da natureza, e mesmo assim, com todas as transformações que lhe são dotadas, continua a desenvolver-se, mantendo elementos essenciais da própria natureza. Sobre a exploração de recursos naturais, destaca-se a acelerada ocupação e exploração da Amazônia a partir da década de 70 no II Plano Nacional do Desenvolvimento (PND) é determinado o uso racional dos recursos, no entanto durante o processo de ocupação não houve o monitoramento e controle na forma de exploração, pois seu principal objetivo era atrair o capital e o desenvolvimento para a Amazônia, como também inserir a Amazônia de forma definitiva na divisão do trabalho a partir da exploração de recursos naturais.

A exploração aprofundada dos componentes da paisagem leva a mudanças em sua função e desenvolvimento, que muitas vezes se mostram custosas para a sociedade. Nesse sentido, fortalece-se a exploração da paisagem de recursos na região amazônica no arco rodoviário, especialmente a extensão das BR 163, BR 230, especialmente o eixo do rio Xingu.

A sub-bacia do Jaurucu carrega todas as características e consequências desse modelo baseado na ocupação da década de 70, o terreno foi doado pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) cuja principal estratégia foi atrair a população empenhada em se tornar proprietária de terras. A ocupação foi

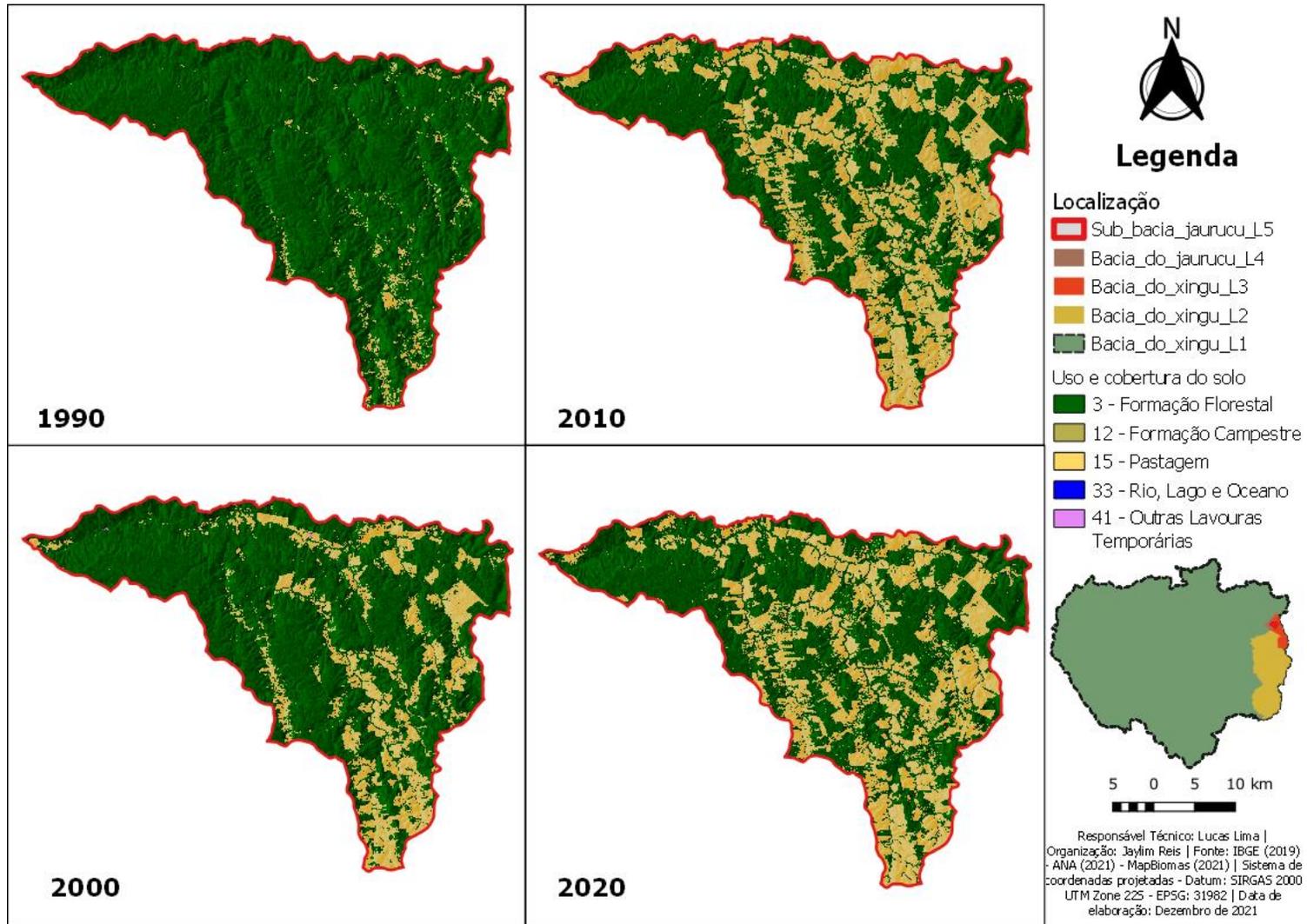
lenta e gradativa, com famílias precisando desmatar terras para a lavoura, derrubando grandes extensões de floresta para produção sem qualquer orientação.

Ocupada a montante, a sub-bacia do Jaurucu já está próxima à BR 230, onde se estabeleceram passagens fronteiriças e diversas aldeias agrícolas, que facilitam a pecuária extensiva em áreas florestais e áreas agrícolas anteriormente malsucedidas, devido ao solo ácido e más condições de infraestrutura. Isso porque, no início da ocupação dessas terras, eram cultivadas culturas anuais como arroz e feijão.

Dificuldades encontradas pelos proprietários de terras na produção em solos cuja capacidade produtiva é limitada por técnicas conhecidas, especialmente o cultivo de derrubada e queimada, resultaram em perturbações do solo pelo uso prolongado, resultando em baixa fertilidade. No entanto, as dificuldades de produzir em solos pouco férteis, muitas vezes em solos amarelos ou vermelhos desnitrificados, associadas à competição pelos produtos do agronegócio do sudeste brasileiro, determinou a mudança de atividade econômica, projetando a pecuária sobre as vastas alteradas.

Por meio da análise da temporalidade, a sub-bacia do Jaurucu passou por mudanças significativas, mostrando uma transição de floresta para pastagem. Para acompanhar os processos de transição de uso e ocupação do solo, elaboramos dois mapas com análise de período de 4 anos, apresentados nos Mapas representados na figura 11.

Figura 11 - Ocupação e uso do solo na Sub-Bacia do Jaurucu dos anos de 1990, 2000, 2010 e 2020



Fonte: Elaboração e organização da autora 2022

A figura 13 traz uma análise dos anos de 1990,2000,2010 e 2020 onde podemos analisar as mudanças. No ano de 1990 e 2000 a floresta ainda era bem presente 1.154,788,059 km<sup>2</sup> onde o pasto 78.548,385 km<sup>2</sup> adentra na floresta dando forma e modelagem a ocupação e abertura de estradas de terras pelos colonos, ainda na figura 13 o ano de 2010 já se faz possível ver uma grande mudança de floresta para pastagem, no ano de 2020 fica em evidência a total mudança, percebemos que o uso principal empregado é pecuária extensiva, onde se tem a criação de gado solto e sem muitos gastos.

Hoje o local estudado encontrasse em situação de extrema degradação, o qual mostra a imperativa determinação para exploração da paisagem, cuja intensidade tem significada alteração na paisagem natural e a consolidação de paisagem onde predomina a técnica e o trabalho, isto fica evidente nas figuras 12 e 13.

**Figura 12 - Área de Pastagem na Bacia do Jaurucu vegetação seca**



Fonte: Trabalho de campo 2019

**Figura 113 - Área de Pastagem na Bacia do Jaurucu**



Fonte: Trabalho de campo 2021

Na figura 12 e 13 é possível perceber as mudanças feitas pelo homem que demonstram a importância dos sistemas geográficos na reprodução ampliada, ou seja, no contexto das transformações baseadas na lógica capitalista. A partir disso, os recursos existentes na forma de componentes parecem ser a base para novas decisões econômicas. Assim, no território, especialmente na região amazônica, confirma-se cada vez mais a ocorrência de eventos espaciais baseados na exploração da terra como um todo, assim, vastas áreas de pastagem para criação extensiva de gado são explorações que ocorrem ao nível da totalidade, principalmente, por sua abrangência e magnitude.

Por conta disso, grandes transformações têm ocorrido no território, e a paisagem como um dos recursos tem sido apontada para uma profunda modificação, e essas transformações são mudanças no sistema geográfico em que a paisagem é concebida, para o qual Ross (1997) coloca as modificações antrópicas na paisagem como fragilidade e Santos & Nogueira (2014) e a vulnerabilidade, ambos baseados na

proposição de Tricart (1977) ao analisar paisagens por meio de sistemas dinâmicos ecológicos.

De forma dialética, a entropia é a desorganização das estruturas e o fluxo de energia, o trabalho não promove o movimento, a perda de energia e, de modo geral, são o resultado de processos exógenos, feitos pelo homem que, ao perturbar os sistemas, acabam causando-os um certo grau de desorganizam, eventualmente atingindo cada movimento de dificuldade e escopo para os estágios superiores do componente. Por isso, a entropia está associada a sistemas em colapso, fragilidade, caos extremo, na paisagem ela se manifesta como um desequilíbrio que parece degenerar, às vezes manifesta uma certa profundidade de desordem de seus componentes, a isto, discute-se os variados graus de vulnerabilidade segundo Crepani (2001).

Quanto à identificação de vulnerabilidades, elas devem ser percebidas por meio de mudanças induzidas pelo comportamento humano que, ao trabalhar um potencial específico da paisagem, alteram seu desenvolvimento e estabilidade. Assim, conforme descrito por Lespch (1991), em áreas identificadas como vulneráveis, podem ser encontrados usos do solo que diferem de suas capacidades. Conseqüentemente, características que ligam seu desenvolvimento a distúrbios internos podem aparecer na paisagem, como visto em paisagens onde a morfogênese é dominante (TRICART, 1977).

O processo de antropização é responsável pela degradação ambiental na sub-bacia e nas cabeceiras do Jaurucu. Segundo Santos (2016), a vegetação natural na área de recarga principal do rio quando removida pode ser o principal motivo da recarga e do declínio do lençol freático após anos de extensa remoção de vegetação nativas desses lugares.

Para a área de estudo foi elaborado mapas de Vulnerabilidade Ambiental Potencial e Emergencial, onde foi possível analisar cada características que contribuíram para o estado atual da sub-bacia do Jaurucu.

Na figura 14 e 15 é possível observar que foram geradas 7 faixas de vulnerabilidade potencial, sendo que a 5 dos valores estão dentro da classe medianamente estável/vulnerável. Não foram observadas áreas estáveis e vulneráveis.

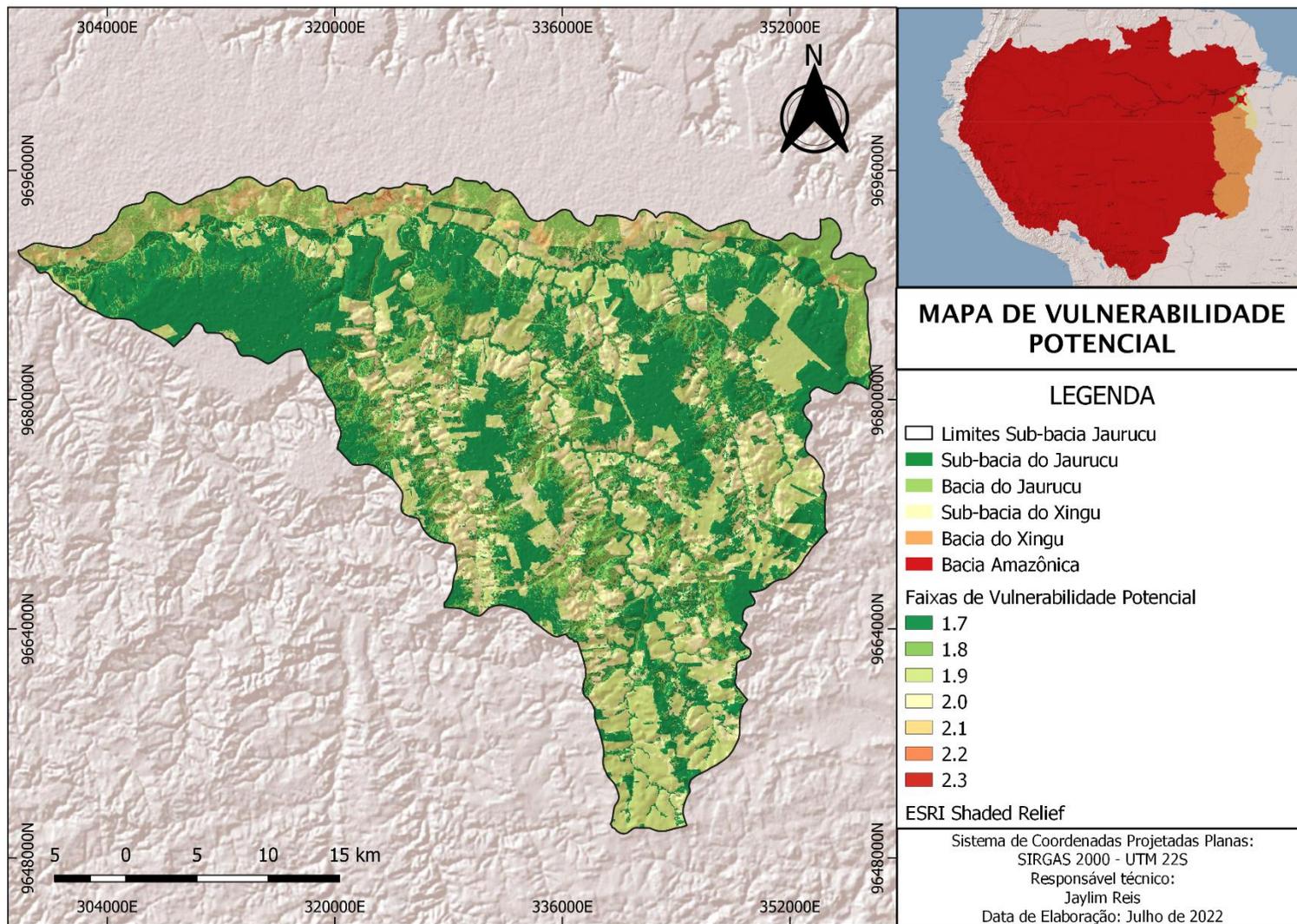
Em termos quantitativos, a classe mais representativa foi a Moderadamente estável, com uma área de 49,793.61 hectare, classe Medianamente Estável/Vulnerável compreende três classes de valores sinalizados no mapa, somando uma área de 226150,6943 hectare, a área de 10.62 hectares e foi classificada como moderadamente vulnerável.

As áreas classificadas como moderadamente estáveis estão distribuídas por toda a bacia e caracterizam-se por vegetação mais bem preservada, topografia e solos mais antigos e topografia mais plana. Nessas áreas, as formações florestais são proeminentes, principalmente ao longo das sub-bacias.

As áreas Medianamente Estáveis/Vulneráveis com níveis mais altos, apresenta uma vegetação parcialmente preservada, decorrente da pressão exercida pela forma de uso e ocupação terra. Nesse contexto, o risco de se tornar uma área de vulnerabilidade moderada é iminente, pois a sub-bacia do Jaurucu está em processo de uso e ocupação gradativos, isso poderia levar a um aumento nos impactos ambientais negativos para esta parte da sub-bacia.

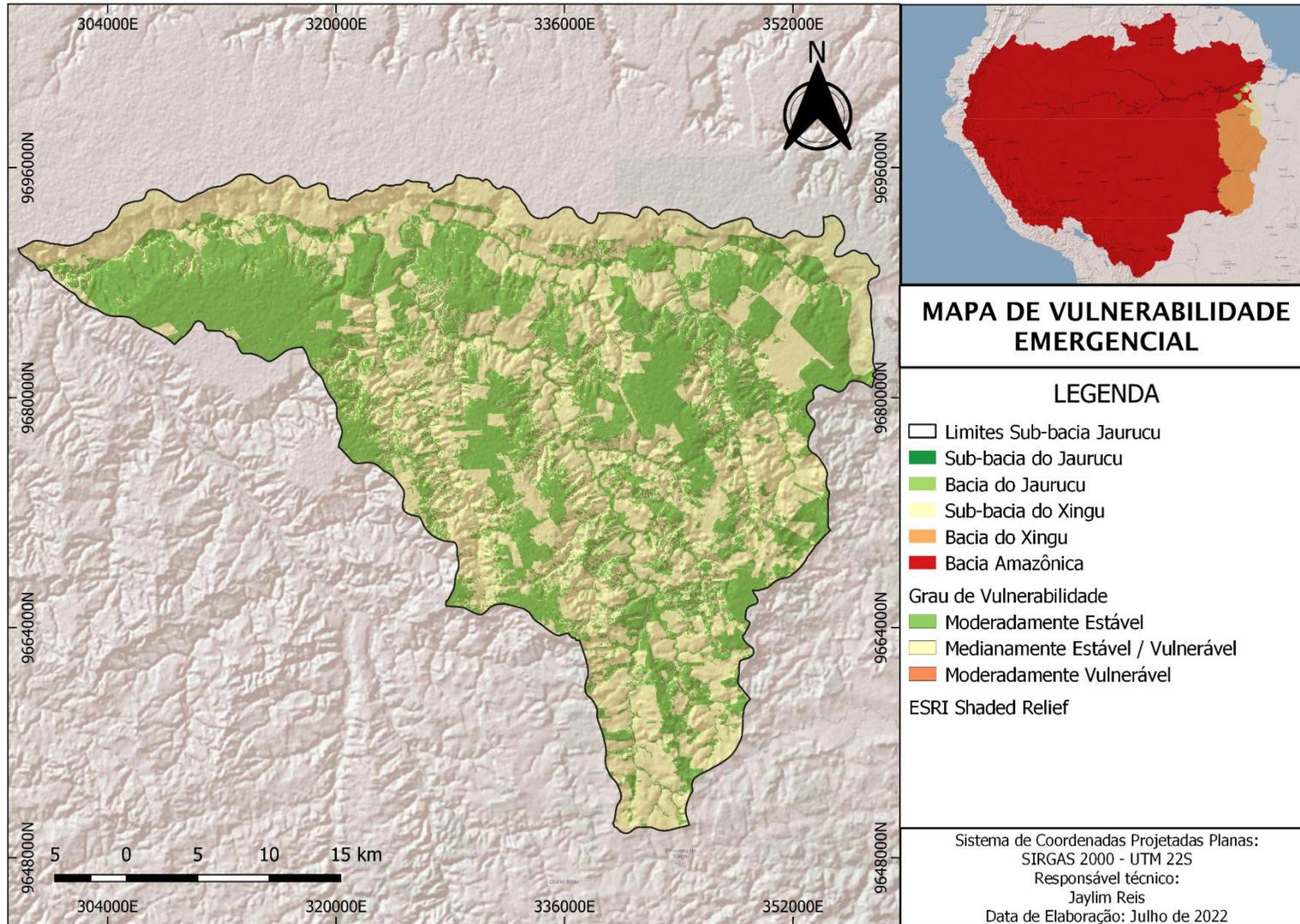
O nível de vulnerabilidade mais baixo para a categoria moderadamente estável/vulnerável deve-se às restrições do ambiente físico ali existente. Ou seja, as propriedades físicas do ambiente possuem baixa vulnerabilidade. No entanto, o impacto do tipo de atividades que o setor desenvolve, bem como um clima mais vulnerável, não o colocou em uma zona completamente estável.

**Figura 12 - Mapa de Vulnerabilidade Potencial**



Fonte: Organização e Elaboração da autora, 2022

**Figura 13 - Mapa de Vulnerabilidade Emergencial**



Fonte: Organização e elaboração da autora, 2022

É possível perceber as mudanças e os danos causados pelo uso e ocupação do solo no decorrer dos anos, uma das principais atividades causadoras desses impactos é a criação de pastagem.

**Figura 14 - Voçora e pasto na Sub-bacia do Jaurucu**



Fonte: Trabalho de campo 2021

A figura 14 retrata com clareza as consequências das ações naturais com a ajuda das ações antrópicas, podemos perceber uma grande degradação que culminou na formação da voçoroca e assoreamentos dos leitos do rio que passa abaixo na imagem.

**Figura 15 - Área de Pastagem**



Fonte: Trabalho de campo 2021

## 5. CAPÍTULO

### 5.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A própria sub-bacia do Jaurucu é uma área de vulnerabilidade natural moderada, com equilíbrio predominante entre morfogênese e pedogênese. Os resultados observados para o tema uso e cobertura da terra, considerado o mais importante para a análise da vulnerabilidade ambiental, apresentaram vulnerabilidade moderadamente estável em grande parte da sub-bacia, decorrente da forma como o homem vem explorando o meio, notadamente, pelo desmatamento quase total da bacia.

O método baseado em Crepani et al. (2001), utiliza métodos de análise de vulnerabilidades naturais e ambientais apresentando resultados satisfatórios e comparáveis. O método adotado por Crepani et al. (2001) apresentaram resultados para representar a estabilidade/vulnerabilidade natural da sub-bacia hidrográfica pelo nível de vulnerabilidade do ambiente físico, o que resultou em uma vulnerabilidade média de 2,0. Isso significa que as características do ambiente físico da sub-bacia demonstram que a região apresenta tendências de vulnerabilidade independentemente da atividade humana.

Nesse sentido, é certo que a identificação das classes de vulnerabilidade ambiental proposta neste estudo define critérios para dar suporte às necessidades planejadas de uso e ocupação do solo principalmente para as áreas medianamente estáveis/vulneráveis.

Propõe-se o estabelecimento de critérios para que essas áreas limitem o uso e a ocupação de acordo com a legislação ambiental vigente, com o objetivo principal de proteger e restaurar os sistemas naturais ali existentes. De acordo com a legislação ambiental vigente, podem ser feitas propostas de proteção para os remanescentes de vegetação nativa existentes na sub-bacia.

Considerando a importância da sub-bacia para as comunidades e municípios do entorno, é necessário promover um estudo de escala detalhada com o objetivo de aprofundar o plano diretor municipal e as discussões do comitê de bacia sobre o planejamento regional que promova o planejamento regional em torno da sustentabilidade ambiental da área.

Em última análise, espera-se que esta pesquisa sirva como uma ferramenta inicial para orientar políticas públicas e gestão de bacias hidrográficas, e contribuir para o desenvolvimento local, seja econômico, social ou relacionado ao uso sustentável do meio ambiente. Ainda assim, como dito anteriormente, recomenda-se um estudo de maior escala cartográfica, se possível, em nível de plano diretor, que permita a elaboração e realização de ajustes humanos ao meio ambiente e a necessidade de restauração e conservação dos recursos naturais.

## REFERÊNCIA

- AB'SABER, AZIZ. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o quaternário. *Geomorfologia*, S. Paulo, Igeog-USP (18), 1969.
- ALVAREZ, Wellington de Pinho. *Amazônia de domínio da união: expressões da ordem-desordem na exploração do potencial paisagístico na bacia do Jaurucu, baixo rio Xingu – Pará*. 2020. 198 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2003.
- AQUINO, A. R.; LANGE, C. N.; LIMA, C. M.; AMORIM, E. P.; PALETTA, F. C.; FERREIRA, H. P.; BORDON, I. C. A.; ALMEIDA, J. R.; GOMES, M. A. U. G.; ZAMPIERI, M. C. T.; OLIVEIRA, M. J. A.; CORREIA JUNIOR, P. A.; SOUZA, R. R.; MATTIOLO, S. R.; RODRIGUES, S. G.; "Vulnerabilidade ambiental", p. 15 -28. In: AQUINO, A. R.;
- BECKER, B. *Amazônia*. Editora Ática - São Paulo, 1990.
- BECKER, B. *Geopolítica da Amazônia*. *Estud. av.* vol.19 no.53 São Paulo Jan./Apr. 2005
- BECKER, B. *Significância contemporânea da fronteira: uma interpretação geopolítica a partir da Amazônia Brasileira*. Disponível em: [http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/pleins\\_textes\\_7/b\\_fdi\\_03\\_01/37776.pdf](http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_7/b_fdi_03_01/37776.pdf). Acesso em abril . 2022.
- BECKER, Bertha. *Geopolítica da Amazônia*. *Estud. av.* vol.19 no.53 São Paulo Jan./Apr. 2005
- BERTALANFFY, Ludwig von. *Teoria Geral dos Sistemas: fundamentos, desenvolvimento e aplicação*. Petrópolis-RJ: Vozes, 1975.
- BERTRAND, G.; BERTRAND, C. *Uma geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades*. Maringá: Massoni, 2007.
- BERTRAND, Georges. *Paisagem e Geografia Física Global. Esboço metodológico*. In: *Caderno de Ciências da Terra* n.0 13. São Paulo, 1971, USP/IG.
- BRASIL. Decreto-lei nº 1.179, de 6 de julho de 1971. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-Lei/1965-1988/Del1179.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-Lei/1965-1988/Del1179.htm). Acesso em: 13 fev. 2022.
- BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. *Base Hidrográfica Ottocodificada Multiescalas 2017 (BHO 2017)*. 2017. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/0c698205-6b59-48dc-8b5e-a58a5dfcc989>. Acesso em: 26 jul. 2022.
- BRASIL. Decreto-lei nº 1.106, de 16 de junho de 1970. *Criação do Programa de Integração Nacional*. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Decreto-Lei/1965-1988/Del1106.htm#art1](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Decreto-Lei/1965-1988/Del1106.htm#art1). Acesso em 20 mai. 2022.
- BRASIL. *II Plano Nacional de Desenvolvimento*. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/1970-1979/anexo/ANL6151-74.PDF](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1970-1979/anexo/ANL6151-74.PDF). Acesso em 9 jun. 2022.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia fluvial. Editora E. Blücher: São Paulo, 1981.

CHRISTOFOLETTI, A. Modelagem de sistemas ambientais. Edgar Blucher, 1999.

Claval, P. Epistemologia da Geografia. Traduzido do francês por Margareth de Castro Afeche Pimenta e Joana Afeche Pimenta. Florianópolis: Ed. Da UFSC, 2 Ed. rev., 2014. 407p.

CORRÊA, Roberto Lobato & ROZENDAHL, Zeny. Apresentando leituras sobre paisagem, tempo e cultura. In: CORRÊA, Roberto Lobato & ROZENDAHL, Zeny (orgs.). Paisagem, Tempo e Cultura. Rio de Janeiro: Eduerj, 1998.123p. p.7-11

CREPANI, Edison; MEDEIROS, JS de; PALMEIRA, Alessandro Ferraz. Intensidade pluviométrica: uma maneira de tratar dados pluviométricos para análise da vulnerabilidade de paisagens à perda de solo. São José dos Campos: INPE, 2004.

CUTTER, S. L. Environmental risks and hazards. London: Prentice-Hall, 1994.

\_\_\_\_\_. Vulnerability to environmental hazards. Progress in Human Geography, v 20, n. 4, p. 529-539, 1996.

DIAS, J.; SANTOS, L. A paisagem e o geossistema como possibilidade de leitura da expressão do espaço sócio-ambiental rural. Confins, número 1, 2º semestre, 2007.

Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

Embrapa Solos. Documentos, 130. 1 mapa, color. Escala 1:5.000.000. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/123772/1/DOC-130-O-novo-mapa-de-solos-do-Brasil.pdf>

FLOROVA, M. Los Orígenes de la ciência del paisaje em la Geografia rusa. Escrita Nova, v. Vnº 102, pp 1-15, 2001.

GREGORY, K. J. A natureza da geografia física. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1992.

GRIGIO, A. M. Aplicação do Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informação Geográfica na Determinação da Vulnerabilidade Natural e Ambiental do Município de Guamaré (RN): Simulação de Risco às Atividades da Indústria Petrolífera. Dissertação (Mestrado em Geociências) – UFRN, Centro de Ciências Exatas e da Terra, Natal – RN, 2003.

HARTSHORNE, R. The nature of Geography. 4. ed. Kansas: Edwards Brothers, 1951.

HASBAERT, R. Ordenamento territorial. Boletim Goiano de Geografia, IESA-UFG, Goiânia, v. 26, n. 1, p. 116-124, jan./jun. 2006.

<http://www.inpe.br/faq/index.php> acesso em : junho de 2022

<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/para/altamira-43955/> acesso em : julho de 2022

- KOHLHEPP, Gerd. Conflitos de interesse no ordenamento territorial da Amazônia brasileira. *Estud. av.* [online]. 2002, vol.16, n.45, pp.37-61.
- LA BLACHE, P.V. Le principe de la geographie general e. *Annales de Geographie*, t. 5 n° 20, pp. 129-143, 1896.
- MARANDOLA JR, E.; HOGAN, D. J. Natural Hazards: o estudo geográfico dos riscos e perigos. *Ambiente e Sociedade*, Campinas, São Paulo. v.7, n°2, p.95-109, 2004.
- MARANDOLA JR., E. Uma ontologia geográfica dos riscos: duas escalas, três dimensões. *Revista de Geografia*, Rio Claro, v. 29, n. 3, p. 315-338, set./dez. 2004.
- MEDEIROS, M. D. Vulnerabilidade socioambiental no município de Natal, RN. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal-RN, 2014.
- MELO, J. A. B. Ordenamento territorial e sustentabilidade: Um diálogo possível? *Revista Caminhos de Geografia*, Uberlândia, v. 33, n. 11, p.220-229, mar. 2010.
- MONTEIRO, C. A. F. Geossistemas: a história de uma procura. São Paulo: Contexto, 2000.
- PASSOS, M. M. Para que serve o GTP (Geossistema-Território-Paisagem)? *Revista Geográfica de América Central*. (Edição Especial EGAL), p. 1-19, 2011.
- PISSINATI, M. C.; ARCHELA, R. S. Geossistema, Território e Paisagem – Método de Estudo da Paisagem Rural sob a Ótica Bertrandiana. *Geografia*, Londrina, v. 18, n. 1, jan. /Jun. 2009, p. 5-31. Disponível em <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/>. Acesso em 23 março 2022.
- PORTO-GONÇALVES, C. W. Formação socioespacial e questão ambiental no Brasil. IN: BECKER, Berta K. et al. *Geografia e meio ambiente no Brasil*. São Paulo: Hucitec, 1995.
- Projeto MapBiomas – Coleção 6.0 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil, acessado em 26/07/2022 através do link: <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/>
- REBELO, F. Geografia física e riscos naturais. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2010.
- REIS JÚNIOR, D. F. C. Cinquenta chaves: O físico pelo viés sistêmico, o humano nas mesmas vestes... e uma ilustração doméstica: o molde (neo) positivista examinado em textos de Antonio Christofletti. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências, Unicamp, Campinas, 2007.
- REIS JÚNIOR, D. F. C.; PEREZ FILHO, A. Esperando a teoria: do holismo geossistêmico aos geossistemas. 2006. IN: VI Simpósio Nacional de Geomorfologia/Regional Conference on Geomorphology. Goiânia, GO. 6 a 10 de setembro, 2006.
- RICHLING, A. Ecologia da paisagem – definição e desenvolvimento. *Boletim da*

- RODRIGUEZ, J, M, M; SILVA, E, V; CAVALCANTI, A, P, B. Geoecologia das paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental. 4.ed. Fortaleza: Edições UFC, 2013.
- RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. A classificação das paisagens a partir de uma visão geossistêmica. Mercator: Revista de Geografia da UFC, Fortaleza, v. 01, n. 01, p.95-112, 2002.
- RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. Planejamento e gestão ambiental: subsídios da geoecologia das paisagens e da teoria geossistêmica. Fortaleza: Edições UFC, 2013.
- RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. B. P. Geoecologia das paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental. 5ª Ed. Fortaleza: Edições UFC, 2017.
- ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais antropizados. Revista do departamento de geografia. FFLCH/USP, São Paulo, n. 8, 1994.
- ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Ecogeografia do Brasil: subsídios para o planejamento ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2006. 208p.
- SANTOS, H. G. dos; CARVALHO JUNIOR, W. de; DART, R. de O.; AGLIO, M. L. D.; SOUSA, J. S. de; PARES, J. G.; FONTANA, A.; MARTINS, A. L. da S.; OLIVEIRA, A. P. de. O novo mapa de solos do Brasil: legenda atualizada. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 67 p.
- SANTOS, H. G.; ZARONI, M. J; ALMEIDA, E. P. C. Gleissolos Sálcos. EMBRAPA. Agência EMBRAPA de Informação Tecnológica. 2018. Disponível em < [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos\\_tropicais/arvore/CONT000gn230xhn02wx5ok0liq1mqz1bvqa3.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000gn230xhn02wx5ok0liq1mqz1bvqa3.html) > Acesso em 20 maio. 2022.
- SANTOS, J. O.; SOUZA, M. J. N. Abordagem Geoambiental Aplicada à análise da vulnerabilidade e dos riscos em ambientes urbanos. Boletim Goiano de Geografia, [s.l.], v. 34, n. 2, p.215-232, 1 set. 2014. Universidade Federal de Goiás.
- SANTOS, M.; BECKER, B. K. (Ed). Território, territórios: ensaios sobre o ordenamento territorial. 3. ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2007.
- SANTOS, R. F. Planejamento ambiental: teoria e prática. São Paulo: Oficina de textos, 2004.
- SAUR, C.O. La Morfologia fel paysage. Geografia em Epanöl - Tradução, n5, pp. 1 - 25, 2011.
- SCHOTER, D.; METZGER, M. J.; CRAMER, W.; LEEMANS, R. Vulnerability assessment – analysing the human-environment system in the face of global environmental change. ESS Bulletin, v. 2, n. 2, p. 11-17, 2004.
- SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S.; GRISI, B. M.; HUNGRIA, M.; ARAUJO, R.S. Microrganismos e processos biológicos do solo: perspectiva ambiental. Brasília: EMBRAPA, 1994. 142p.
- SMITH, K. Environmental Hazards: Assessing Risk and Reducing Disaster. London: Routledge, 2001.

SOCHAVA, V. B. Introdução à teoria dos geossistemas. Novosibirsk: Nauka, 1978a. (Em russo/tradução brasileiro).

SOCHAVA, Viktor Borisovich.; (1978) Introdução à doutrina sobre dos geossistemas. Novosibirsk, Sibéria: Editorial Nauka.

SOTCHAVA, V. B. O estudo de geossistemas. Métodos em questão, IG/USP, n.16, p. 2-52. São Paulo, 1977.

TADONO, T. et al. Generation of the 30 M-mesh global digital surface model by ALOS PRISM. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences, v. 41, 2016.

TAGLIANI, C. R. Técnica para avaliação da vulnerabilidade ambiental de ambientes costeiros utilizando um sistema geográfico de informações. In: XI SBRS, Belo Horizonte, MG, Anais. p. 1657-1664, 2003.

TAGLIANI, Carlos Roney Armanini. Técnica para Avaliação da Vulnerabilidade Ambiental de Ambientes Costeiros Utilizando um Sistema Geográfico de Informações. 2003. Disponível em:

<<http://repositorio.furg.br/bitstream/handle/1/3113/tecnicas.pdf?sequence=1>>.

Acesso em: 10 fev. 2022.

Tangenciando a Vulnerabilidade. In: MARANDOLA JR, E.; HOGAN, D. J (Org). População e Mudança climática: dimensões humanas das mudanças ambientais globais. Campinas: Núcleo de Estudos de População-Nepo/Unicamp. Brasília: UNFPA, 2009.

TORRES, E. C. As transformações históricas e a dinâmica atual da paisagem nas microbacias dos ribeirões: Santo Antônio – SP, São Francisco – PR e Três Barras – MS. Tese de Doutorado – UNESP: Presidente Prudente, 2003.

TRICART, J. A geomorfologia nos estudos integrados de ordenação do meio natural. Boletim geográfico, Rio de Janeiro, ano 34, n. 251, p. 15-42, 1976.

TRICART, J. Ecodinâmica. Rio de Janeiro, IBGE, 1977. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20.../ecodinamica.pd>. Acesso em 22 fevereiro. 2022.

TRICART, Jean. Ecodinâmica. Rio de Janeiro, IBGE, 1977. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20.../ecodinamica.pd>. Acesso em 10 abr. 2022.

Universidade de Moscou, vol. V, n. 21, p. 17-21, 1999. (Traduzido para o português).

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

VEYRET, Y. Os riscos: O homem com agressor e vítima do meio ambiente: São Paulo: Contexto, 2007.

VILLA, F.; McLEOD, H. Environmental vulnerability indicators for environmental planning and decision-making: guidelines and applications. *Environmental management*, v. 29, n. 3, p. 335-348, 2002.

VITTE, A. C. O Desenvolvimento do Conceito de Paisagem e a sua Inserção na Geografia Física. *Mercator*, Fortaleza, v. 6, n. 11, p. 71-78, 2007.

VOLKOVA, N. I.; ZUCHKOVA, V. K.; NIKOLAEV, V. A. Formation and development of landscape science and ecology of landscape in Russia. *Problemy Ekologii Krajobrazu*, v. 6, p. 330-336, 2000.

ZACHARIAS, A. A. As categorias de análise da cartografia no mapeamento e síntese da paisagem. *Revista Geografia e Pesquisa*, vol. 2, n. 1, p. 33-56, jan. /Jun., 2008.