



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

MARINA NASCIMENTO ALVES VIEIRA

**ZONEAMENTO SOCIOAMBIENTAL ASSOCIADO AO PROCESSO DE
TERRAS CAÍDAS NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AMAZÔNICAS**

Belém-Pará

2024

MARINA NASCIMENTO ALVES VIEIRA

ZONEAMENTO SOCIOAMBIENTAL ASSOCIADO AO PROCESSO DE TERRAS
CAÍDAS NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AMAZÔNICAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Amazônia Oriental e Museu Paraense Emílio Goeldi, como parte das exigências para a obtenção de grau de Mestre em Ciências Ambientais.

Área de concentração: Clima e dinâmica socioambiental na Amazônia

Linha de pesquisa: Interação Clima, Sociedade e Ambiente

Orientador(a): Profa. Dra. Aline Maria Meiguins de Lima

Belém – Pará

2024

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

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

V657z Vieira, Marina Nascimento Alves.
 Zoneamento socioambiental associado ao processo de Terras
 Baídas nas bacias hidrográficas amazônicas / Marina Nascimento
 Alves Vieira. — 2024.
 83 f. : il. color.

 Orientador(a): Prof^a. Dra. Aline Marina Meiguins de Lima
 Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará,
 Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Ciências
 Ambientais, Belém, 2023.

 1. Erosão de margem fluvial. 2. Risco ambiental. 3.
 Movimentos de massa. I. Título.

CDD 631.45

MARINA NASCIMENTO ALVES VIEIRA

ZONEAMENTO SOCIOAMBIENTAL ASSOCIADO AO PROCESSO DE TERRAS
CAÍDAS NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS AMAZÔNICAS

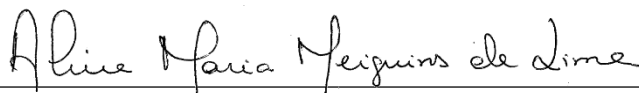
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Amazônia Oriental e Museu Paraense Emílio Goeldi, como parte das exigências para a obtenção de grau de Mestre em Ciências Ambientais.

Área de concentração: Clima e dinâmica socioambiental na Amazônia

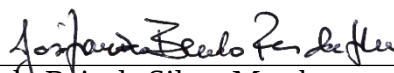
Linha de pesquisa: Interação Clima, Sociedade e Ambiente

Data: 31/08/2023 Hora:09:00 Local: on-line

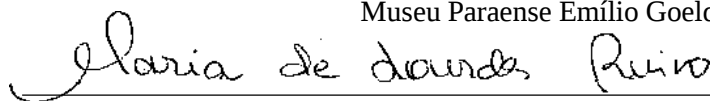
Banca Examinadora:



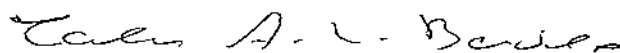
Profa. Aline Maria Meiguins de Lima
Doutora em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido
Universidade Federal do Pará



Prof. José Francisco Berredo Reis da Silva- Membro externo
Doutor em Geologia e Geoquímica
Museu Paraense Emílio Goeldi



Profa. Maria de Lourdes Ruivo - Membro externo
Doutora em Agronomia
Museu Paraense Emílio Goeldi



Prof. Carlos Alexandre Leão Bordalo - Membro interno
Doutor em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido
Universidade Federal do Pará

À **Deus**,
por toda luz, discernimento e proteção.
À **Nazica**,
por todo consolo nos momentos mais difíceis em que foste meu amparo.
À minha amada mãe **Socorro**,
por todo o amor e dedicação.
Ao meu admirado pai **José Maria**,
por todos os conselhos que vieram na hora perfeita.

Dedico este trabalho

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família, Socorro, José Maria e Cinélia, a quem devo tudo que me tornei graças ao amor, paciência, confiança e apoio incondicional que me dão.

À minha irmã Camila por ser fonte de inspiração para trilhar os caminhos árduos da educação e ter plantado em mim a semente da curiosidade.

Ao meu amigo e irmão de coração Rodrigo, por toda paciência, compreensão, suporte e doses de coragem que me dá todos os dias. Obrigada por acreditar em mim quando eu mesma duvidei.

Ao anjo que tenho a honra de chamar de orientadora Dra. Aline Maria Meiguins de Lima, que me deu forças nas inúmeras vezes em que cogitei desistir, me direcionou na execução desta pesquisa e sempre me mostrou quão perto do fim estava. Sem você nada disso seria possível, obrigada pela honra em aceitar me orientar!

À Capes, pela concessão da bolsa que possibilitou a realização desta pesquisa.

*Amazonas, rio da minha vida, imagem tão linda
que meu Deus criou. Fez o céu, a mata e a terra,
uniu os caboclos, construiu o amor.*

(Braulino Auzier de Lima)

RESUMO

Esta dissertação apresenta a complexidade e importância do fenômeno de terras caídas para a os habitantes às margens dos rios amazônicos. A ocorrência dessa erosão de margem fluvial traz prejuízos e preocupações em diversas regiões da Amazônia. A diversidade de fatores desencadeadores reflete a complexidade do tema. Esta teve por objetivo avaliar o emprego do termo “terras caídas” no contexto dos rios amazônicos, definindo as áreas afetadas, possibilitando a identificação do perfil da população em áreas de risco. Os objetivos são atingidos a partir de revisão sistemática, utilização dados ambientais do Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e Agência Nacional de Águas (ANA), dados socioeconômicos oriundos do Censo 2010 (IBGE) e da adaptação dos produtos da Ação Emergencial para Delimitação de Áreas em Alto e Muito Alto Risco a Enchentes e Movimentos de Massa – Setorização de Riscos do CPRM. Resultou-se na análise de pesquisas anteriores, agrupadas por período, tipo de publicação e metodologia aplicada, caracterização das zonas afetadas descritas na literatura no tocante à geologia, geomorfologia e segurança hídrica. O perfil da população impactada aponta para a vulnerabilidade das comunidades e dependência de medidas governamentais eficazes para a melhoria da qualidade de vida e capacidade de resposta ao risco de desastres ambientais.

Palavras chaves: erosão de margem fluvial; risco ambiental; movimentos de massa.

ABSTRACT

This dissertation presents the complexity and importance of the phenomenon of fallen lands for the inhabitants on the banks of the Amazonian rivers. The occurrence of this river bank erosion causes damage and concerns in several regions of the Amazon. The diversity of triggering factors reflects the complexity of the topic. This research aims to evaluate the use of the term "fallen lands" in the context of the Amazonian rivers, defining the affected áreas. The objectives are achieved from a systematic review, using environmental data from the Geological Survey of Brazil (CPRM) and National Water Agency (ANA), socioeconomic data from the 2010 Census (IBGE) and the adaptation of the Emergency Action products for the Delimitation of Areas at High and Very High Risk to Floods and Mass Movements - Risk Segmentation (CPRM). It resulted in the analysis of previous research, grouped by period, type of publication and applied methodology, characterization of affected areas described in the literature with regard to geology, geomorphology and water security. The profile of the impacted population points to the vulnerability of communities and reliance on effective government measures to improve the quality of life and responsiveness to the risk of environmental disasters.

Keywords: river bank erosion; environmental risk; mass movements.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Terras caídas em Brasília/AC - abril de 2015.....	18
Figura 2- O processo de terras caídas.....	19
Figura 3-Tipos de movimentos de massa: a) Tombamento; b) Escorregamento; c) Queda; e d) Rastejo.....	20
Figura 4- Precipitação: média mensal na estação de Manaus/AM.....	22
Figura 5- Terras caídas no arquipélago do Bailique, Amapá.	24
Figura 6- Comunidade Fátima de Urucurituba e entorno (1985-2016). Áreas com alterações da paisagem, de: acreção e erosão. A – 1985 a 1995; B – 1995-2005 e C- 2005 a 2016.	26
Figura 7- Fluxograma da metodologia adotada.....	27
Figura 8- Agrupadores para síntese metodológica da revisão bibliográfica.	29
Quadro 1- Procedimentos desenvolvidos durante a elaboração do zoneamento.....	31
Figura 9- Áreas de risco de terras caídas.....	32
Figura 10- Tipo de publicação.....	33
Quadro 2- Critérios de classificação Qualis Periódicos.	35
Figura 11- Qualis Periódicos em dois quadriênios.....	35
Figura 12- Evolução do Qualis Periódicos em dois quadriênios.....	37
Figura 13- Ano das publicações.	38
Quadro 3- Classificação por autoria.	38
Figura 14- Metodologias aplicadas.....	40
Figura 15- Zonas de ocorrência, área limite e pontos catalogados.....	42
Figura 16- Metodologia: dados socioeconômicos e ensaios de solo.	43
Figura 17- Metodologia: geoprocessamento e medições.	45
Figura 18- Metodologia: observações in loco e revisão bibliográfica.....	46
Figura 19- Metodologia: entrevistas e questionários e estudos de caso.	48
Figura 20- Metodologia: modelagem e monitoramento.	49
Figura 21- Unidades hidrográficas e pontos catalogados.....	51
Figura 22- Unidades geológicas da área de abrangência do estudo.	52
Figura 23- Unidades geomorfológicas.	53
Figura 24- ISH - Componente Humana.....	55
Figura 25- ISH - Componente Ecológica.....	56
Figura 26- ISH - Componente Econômica.	57

Figura 27- ISH - Componente Resiliência.	58
Figura 28- Localidades por estado.	59
Figura 29- Localidades - estimativa de Densidade de Kernel.	60
Figura 30- Setores censitários e municípios.	61
Figura 31- Distribuição da população por situação de setor.	62
Figura 32- Rendimento médio mensal.....	63
Figura 33- População alfabetizada com mais de 5 anos.....	64
Figura 34- Pirâmide etária.	64
Figura 35- Setorização de riscos a terras caídas no Pará.	65
Figura 36- Boletim de Alerta do rio Amazonas emitido pela ANA.....	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Distribuição da população por área e grau de risco, em porcentagem.....	66
---	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Problema	15
1.2	Hipótese	15
1.3	Interdisciplinaridade da pesquisa	15
2	OBJETIVOS	16
2.1	Geral	16
2.2	Específicos	16
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
3.1	Conceitos	17
3.1.1	Erosão fluvial	17
3.1.2	Terras Caídas.....	17
3.2	Fatores de influência	21
3.3	Diferentes abordagens conceituais.....	23
4	MATERIAL E MÉTODOS	27
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
5.1	Revisão sistemática.....	33
5.2	Avaliação das áreas de ocorrência	50
5.3	Caracterização da zona impactada e de risco.....	59
5.4	Ambiente de áreas instáveis e sua dinâmica	66
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	71
	REFERÊNCIAS	73

1 INTRODUÇÃO

O fenômeno de Terras Caídas configura-se como um dos principais agentes transformadores da paisagem ribeirinha e a causa de uma série de impactos na população que vive nas margens dos rios, sobretudo o Amazonas (Carvalho; Cunha, 2011), e é um dos desastres naturais previstos e classificados como erosão de margem fluvial pelo COBRADE (Codificação Brasileira de Desastres), de acordo com o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC). Anualmente são registradas diversas incidências nas margens de rios amazônicos que geram prejuízos nas esferas sociais e econômicas e, inclusive, perdas humanas.

Polidorio e Augusto (2014) conceituam erosão como “*um fenômeno natural, através do qual a superfície terrestre é desgastada e afeiçãoada por processos físicos, químicos e biológicos de remoção, que modelam a paisagem*”. Florenzano (2008) pontua três principais tipos de erosão em clima tropical úmido: pluvial, fluvial e movimentos de massa. Xavier (2020) descreve erosão pluvial:

A erosão pluvial é definida pela quebra dos agregados do solo pelo impacto das gotas de chuva, seu transporte (escoamento superficial) e sua deposição (nível de base) quando a velocidade do escoamento diminui em função da inclinação, da rugosidade e/ou da cobertura da encosta. (Xavier, 2020 p. 4-41)

Carvalho *et al.* (2009) definem erosão fluvial como o resultado dos processos de corrosão, corrasão (ou abrasão) e cavitação que ocasionam a retirada de material do fundo e das margens de um canal. Listo *et al.* (2022) classificam os movimentos de massa como processos superficiais que implicam no deslocamento de solo e/ou rocha. Florenzano (2008) acrescenta que os movimentos de massa ocorrem pela ação da gravidade e água, em diferentes escalas, variando entre movimentos lentos e muito rápidos.

O fenômeno de terras caídas ocorre, na maioria das vezes, em rios amazônicos de água branca e trata-se de um processo natural de erosão fluvial associado a movimentos de massa através de ruptura, solapamento e desmanche de margens (Carvalho *et al.*, 2009; Bandeira *et al.*, 2018; Labadessa, 2014). Apesar de se tratar de evento erosivo de alta intensidade e poder danoso, Carvalho e Cunha (2011) afirmam que há grande carência em pesquisas sobre o tema. Os autores observam, ainda, que o interesse na pesquisa surge a partir da expansão dos programas de pós-graduação, principalmente no âmbito regional. O tema possibilita não apenas uma reflexão acerca a relação da sociedade com a natureza e do possível impacto de mudanças climáticas, mas

também gerar conhecimentos que podem auxiliar a execução de Planos de Gestão de Risco de Desastres Naturais na Amazônia.

No Brasil 59,4 % dos municípios não contam com Plano de Gestão de Riscos (IBGE, 2017). A COBRADE engloba na mesma classe de erosões de margem fluviais os episódios de terras caídas e outros casos. A literatura existente aponta a possibilidade de se tratar de um evento distinto, já que possui particularidades não vistas em grande parte das demais erosões (Bandeira *et al.*, 2019). A presente proposta de pesquisa poderá sanar questões muito importantes para salvaguarda da vida e segurança da população ribeirinha e atender a Lei 12.608/2012 (Brasil, 2012), que trata da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil.

A região amazônica possui a maior bacia hidrográfica do mundo e um complexo sistema fluvial. O rio principal é o Amazonas, que modela o relevo durante o percurso e ao longo do perfil longitudinal, além de influenciar diretamente na vida dos povos amazônicos, em especial a população ribeirinha (Pacheco, 2012).

Mazoca (2016) afirma que em diversos trechos do rio Amazonas a geomorfologia fluvial é descrita como anastomosada, com canais secundários, que geralmente formam ilhas de idade cenozóica, com diferentes níveis de estabilidade, mas também podem formar porções de planícies de inundação (Rozo *et al.*, 2012). Além disso, a anastomose dos rios possui estreita relação com fatores como gradiente baixo, taxas de agração baixas e formação de atalhos de corredeiras (*Chu Cut-off*) pelos canais principais e secundários. Na literatura também são descritos trechos do rio como do tipo *Anabranching* (Latrubesse, 2008).

O fenômeno de terras caídas, associado aos processos geomorfológicos, revelam a grande possibilidade de impactos econômicos e socioambientais profundos sofrido pela população que vive às margens do rio, pois tem-se observado que há uma intensificação do processo nas últimas décadas (Freitas; Albuquerque, 2012; Marques, 2017). Neste contexto, se faz necessário conhecer a fundo esse fenômeno para que seja possível implementar políticas públicas eficazes, com vistas ao desenvolvimento de estratégias de redução de riscos de desastres.

1.1 Problema

Diversos autores conceituam o termo “terras caídas”, porém não há consenso sobre os fatores que influenciam sua ocorrência, assim como quantificar o real impacto das deste fenômeno?

1.2 Hipótese

Será possível reconhecer pontos específicos do fenômeno em consenso e discordância entre as narrativas dos pesquisadores do tema, onde o reconhecimento de áreas diretamente afetadas e sua quantificação permite subsidiar ações junto à população afetada.

1.3 Interdisciplinaridade da pesquisa

A pesquisa agrega na temática os elementos hidrológicos associados aos processos avaliados e de uso da terra que interagem com os mesmos, tornando as áreas afetadas como de risco. Assim, correlaciona-se com a interdisciplinaridade do PPGCA pela análise envolvendo a paisagem amazônica que individualiza os processos de erosões fluviais e terras caídas.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar o emprego do termo “terras caídas” no contexto dos rios amazônicos, definindo as áreas afetadas e a identificação do perfil da população em áreas de risco.

2.2 Específicos

- Mapear os casos relatados em bibliografias e relatórios técnicos;
- Elaborar um zoneamento ambiental das ocorrências registradas de terras caídas em bacias hidrográficas amazônicas, identificando as áreas ocupadas que podem ser classificadas como de risco;
- Caracterizar a população da zona impactada e de risco.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Conceitos

3.1.1 Erosão fluvial

O processo em que há a remoção de material das margens e do fundo de um canal através de abrasão, corrosão e cavitação é denominado como erosão fluvial (Carvalho *et al.*, 2009). Labadessa (2011) cita Guerra (2005) e Penteado (1978) para definir corrosão como “*fenômeno de decomposição das rochas*” e o “*processo mecânico de desgaste pelo atrito gerado pelo turbilhonamento da água carregada de elementos sólidos*”. Já a cavitação, de acordo com Christofolletti (1981) se refere à velocidade elevada da água gerando variações de pressão, facilitando processo de erosão fluvial.

Para Christofolletti (1980) a erosão fluvial inicia-se por processos de rastejo, ou também conhecido como *creep*, no qual os solos das margens do rio se deslocam de forma lenta e até imperceptível. E posteriormente, ocorrem os escorregamentos, facilmente perceptíveis, pois formam feições características de movimento de massa. A ocorrência da erosão fluvial é fomentada por diversos fatores, como textura, estrutura e distribuição espacial dos materiais geológicos que compõem as margens dos rios (Rotta; Zuquette, 2014).

A textura do solo se refere à granulometria, ou seja, o tamanho das partículas. São classificadas em argilas, siltes, areias e cascalhos. A estrutura se refere ao rearranjo das partículas do solo, formando agregados ou não, e geralmente são separados por uma superfície de fraqueza (Pinto, 2000). Nóbrega e Cunha (2001) afirmam que a textura condiciona a microporosidade, já a estrutura a macroporosidade, e, portanto, determinam condições de infiltração e permeabilidade no solo.

3.1.2 Terras Caídas

Sobre o fenômeno de terras caídas Souza *et al.* (2020) afirmam que “*ribeirinhos relatam estrondos muito altos, e ainda, mencionam terem visto grandes porções de terra flutuando pelos rios como se fossem ilhas flutuantes*”.

Assim, levantou-se a hipótese de que se tratava de algo incomum aos casos de erosão fluvial conhecidos. Desde então, diversos pesquisadores buscam compreender essa erosão diferenciada, introduzindo o termo utilizado pelos próprios ribeirinhos: “terras caídas”.

O elevado potencial destrutivo do fenômeno de terras caídas, como ilustrado na Figura 1, acende um alerta para impactos causados nas comunidades ribeirinhas e até em centros urbanos, como já relatado em pesquisas anteriores (Azevedo Filho *et al.*, 2018), diferenciando-se, na maioria das vezes, de erosões lentas ou com certa previsibilidade que possibilite ações de resguardo.

Figura 1- Terras caídas em Brasília/AC - abril de 2015.



Fonte: Hoelzel e Bellettini (2015).

Labadessa (2014) descreve terras caídas como “*um processo natural de erosão fluvial que promove a ruptura, solapamento e o desmanche das margens, fornecendo o material detrítico que será transportado e depositado nas áreas de várzeas*”. De acordo com Carvalho e Cunha (2011), a terminologia corresponde aos eventos de desbarrancamento marginal do rio Amazonas e seus afluentes de água branca (Figura 2).

Figura 2- O processo de terras caídas.



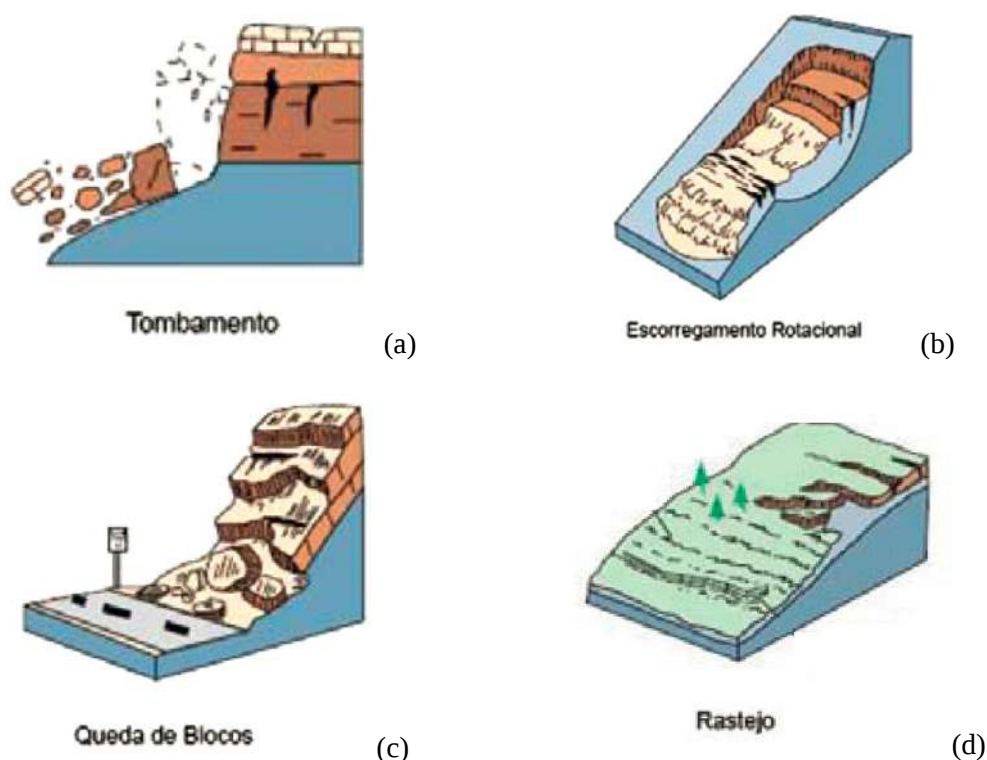
Fonte: Carvalho (2006).

A perda de solo ocorre quando o nível dos rios está cheio, subindo e/ou descendo. Durante a cheia há solapamento, observado pelo colapso e submersão de grandes massas de solo. Quando o nível está baixo, a corrente do rio remove o material do fundo do talude, ocasionando a queda da parte superior por gravidade. Na vazante há o escorregamento do solo de taludes de alta inclinação, quando se adiciona o fator do

alívio da pressão hidrostática conforme o nível reduz; se o processo é lento pode ser denominado de rastejo (Bandeira *et al.*, 2019).

Os processos que resultam na erosão lateral do rio Amazonas envolvem, simultaneamente, escorregamento, desmoronamento e desabamento, sendo que o escorregamento ocorre na vazante do rio, associado com a pressão hidrostática (Carvalho, 2006). A Figura 3 apresenta a representação esquemática das categorias similares, porém associadas a cortes de taludes. As denominações são iguais, apenas com o diferencial da maior intervenção da água como agente catalizador do processo, no caso dos sistemas fluviais.

Figura 3-Tipos de movimentos de massa: a) Tombamento; b) Escorregamento; c) Queda; e d) Rastejo.



Fonte: Adaptado de Carvalho *et al.* (2015, p. 33).

Os conceitos aplicados à Figura 3 são: Rastejamento ou *creep* - movimentos lentos e contínuos de material de encostas com limites em geral, indefinidos; Escorregamentos - movimentos de curta duração, envolvendo volumes bem definidos, cujo centro de gravidade se desloca para baixo e para fora do talude; Queda de Blocos -

ocorrem em encostas rochosas de alta declividade; e Tombamentos - ocorrem em encostas/taludes rochosos de elevada declividade, com descontinuidades verticais marcantes (Pinto *et al.*, 2012, p. 8, 12-14).

3.2 Fatores de influência

A ocorrência de terras caídas advém da combinação de diversos fatores naturais, sendo intensificado pela ação antrópica, como ocupação e desmatamento de margens aluviais fragilizadas (Labadessa, 2014). A capacidade de alteração do comportamento solo a partir de suas características físicas, químicas, mineralógicas e hidráulicas é um dos fatores contribuintes (Guimarães *et al.*, 2019).

A análise de Carvalho (2006) complementa Labadessa (2014) e Guimarães *et al.* (2019) ao interpretar o fenômeno como resultante da ação combinada de diversos fatores, sendo eles: pressão hidrodinâmica, pressão hidrostática, composição do material dos leitos, fatores estruturais e tectônicos, climáticos e antropogênicos. Lopes e Rodrigues (2014) compreendem que as ações erosivas são desencadeadas, inicialmente, pelo próprio rio, mas que é bastante provável que vários fatores, de diversas origens, se interliguem e ocasionem o fenômeno.

Bartoli e Marques (2019, p. 51), ao estudarem as margens fluviais de Parintins/AM, afirmam que a maioria dos fatores hidráulicos que afetam a estabilidade do talude dependem “*das propriedades específicas da água que se relacionam com as forças hidráulicas atuantes dentro do canal*”. Carvalho (2006) descreve três tipos de rios na bacia de drenagem do Amazonas: brancos, pretos e claros.

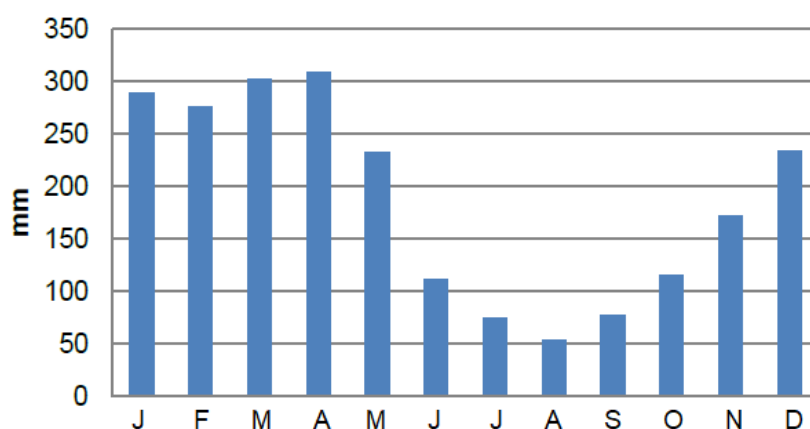
Os rios de água preta nascem no embasamento cristalino das guianas e deságuam no curso médio e inferior da margem esquerda do rio Amazonas, a partir do rio Negro até a sua foz, tendo como exceção o rio Branco que é de água turva e esbranquiçada. Os rios de água clara nascem no embasamento cristalino brasileiro e deságuam da mesma forma no curso médio e inferior do rio Amazonas. Já os rios de água branca nascem na cordilheira andina e pré-andina de onde transportam grande quantidade de sedimentos daquela região montanhosa e que são depositados em grande parte nos cursos médios e inferior desses rios e nas áreas de transbordamento dos mesmos, formando a atual planície de inundação. (Carvalho, 2006, p. 13)

A divisão é baseada em duas variáveis: quantidade de material em suspensão e quantidade de material coloidal (IBGE, 1977). Rios de água branca são onde há predominância de terras caídas (Carvalho, 2006; Labadessa, 2011; Carvalho; Cunha, 2011; Oliveira, 2015; Azevedo Filho *et al.*, 2018; Vale *et al.*, 2019).

As propriedades do solo são fatores importantes na questão da erodibilidade, afetam no que tange a velocidade de infiltração, permeabilidade e capacidade de absorção da água (Bandeira; Teixeira, 2020). Souza (2019) observa a importância do estudo da mecânica dos solos, com ênfase em movimento de massas e tensões de água no solo, dada a dependência da estabilidade dos taludes marginais no comportamento frente às tensões provocadas pela percolação (pressão efetiva e neutra).

Queiroz e Alves (2021) demonstraram que os meses de janeiro a maio apresentaram o maior volume de chuvas na região de Manaus/AM (Figura 4). O grande volume de chuvas em curto prazo torna o solo saturado, devido a porosidade e permeabilidade, tornando-o pesado e condicionando movimento de massas. O que reforça a importância dos fatores climáticos como condicionantes, dado os altos níveis pluviométricos, estimados na ordem de 2.600 mm/ano (Souza, 2019).

Figura 4- Precipitação: média mensal na estação de Manaus/AM.



Fonte: Queiroz e Alves (2021).

Vale *et al.* (2019) identificam que o degelo nas Cordilheiras dos Andes e a quantidade de chuvas que caem nas cabeceiras dos rios são fatores que influenciam o regime sazonal de cheias e secas na região; destacando a frequência de grandes cheias na região de Santarém/PA, onde 70% das cheias dos últimos 17 anos foram de grandes dimensões. Seguindo o mesmo raciocínio, Igreja (1998) afirma que o fenômeno de erosão fluvial amazônico tem como fator determinante os episódios de cheias de grandes proporções.

3.3 Diferentes abordagens conceituais

A definição conceitual do termo ainda sofre com conflitos, dada sua origem regional. O Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (CEPED, 2013, p.95) contabiliza 22 ocorrências de erosão de margem fluvial no Estado do Pará no período de 1991 a 2012 e destaca que “*o fenômeno erosivo de margem fluvial é conhecido regionalmente como terras caídas*”. A maioria desses registros aconteceu na Região Nordeste paraense, influenciada pelos padrões da ligação da Bacia Amazônica com o Oceano Atlântico, ou seja, na região estuarina.

Silva Júnior *et al.* (2020, p. 463) retratam o caso de terras caídas na região estuarina amapaense, mais precisamente no Arquipélago do Bailique (Figura 5). Segundo os autores, o efeito das cheias e vazantes da maré nas margens dos rios causa “*erosão de extensas áreas de terras, até que uma ruptura provoque a queda do terreno, que é tragado pelas águas*”.

O caso de Bailique é ratificado através de relatos de professores da região, que também utilizam o termo para descrever o fato:

Os professores chamaram a atenção para o fenômeno das “Terras caídas”, que tem atingido especialmente a Ilha da Vila Progresso. Esse processo de erosão ocasionado pelas águas do Rio Amazonas tem se intensificado nos últimos anos, pelo que já destruiu várias casas, escolas e comércios nessa ilha, diminuindo a área de terra firme. (Mendes; Silva; Reis, 2020, p. 376)

Figura 5- Terras caídas no arquipélago do Bailique, Amapá.



Fonte: Rodrigues (2021).

Entretanto, a conceituação de Magalhães e Vieira (2018) contrapõe a teoria da ocorrência do fenômeno em regiões estuarinas ao descrever terras caídas como “*um termo regional amazônico que corresponde a processos físicos e hidrológicos do solo, em uma planície de inundação na região Amazônica*”. Guimarães *et al.* (2019) complementam ao pontuar a sazonalidade dos rios como parte de um processo dinâmico que leva ao evento, o que não ocorre nas regiões estuarinas do Pará e Amapá.

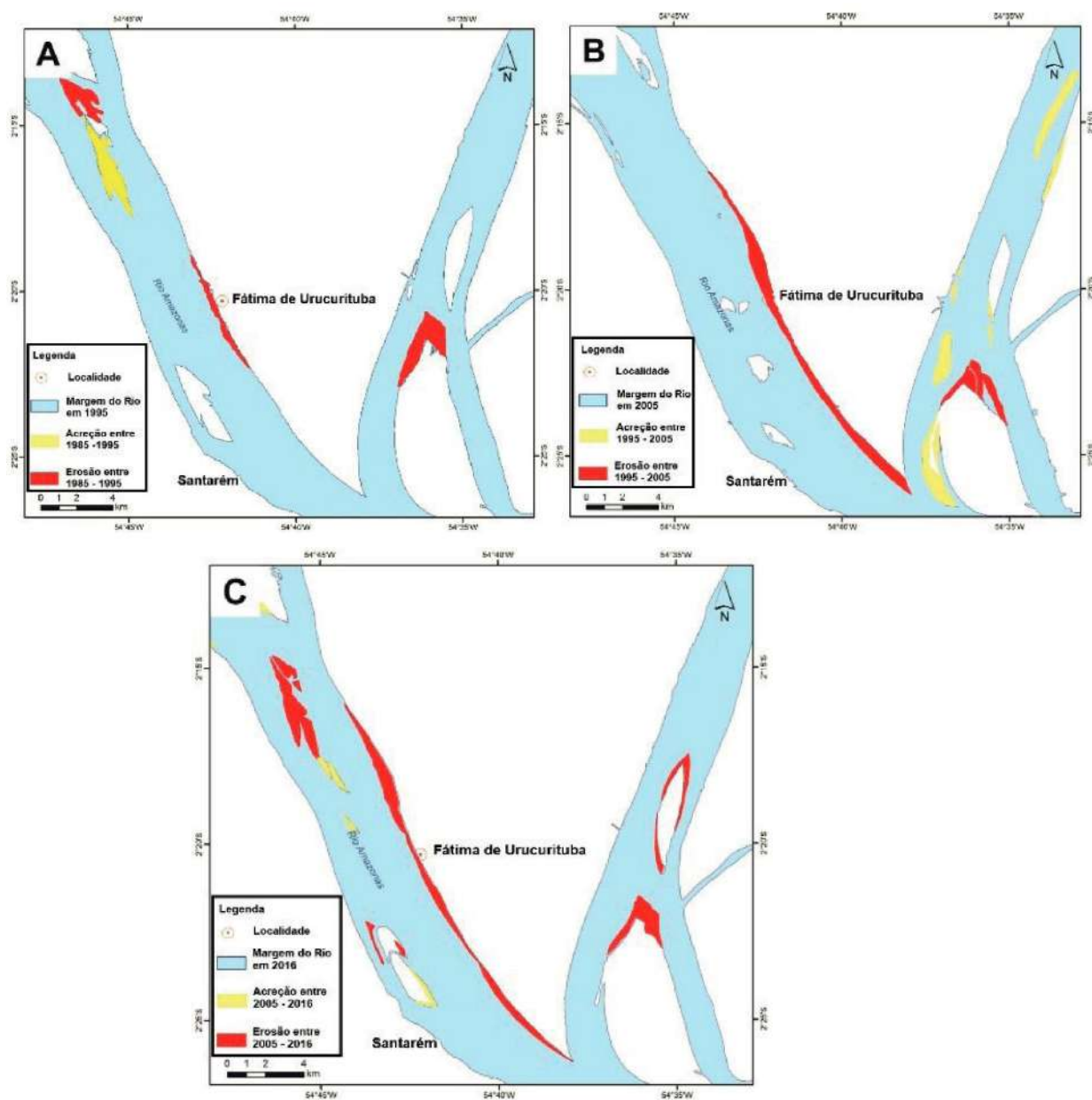
A regionalidade da terminologia e a multiplicidade de fatores que desencadeiam o fenômeno generalizam o uso do termo para várias erosões fluviais, muitas das vezes diferentes, que podem prejudicar a mensuração do impacto em diferentes regiões. À exemplo da “ilha flutuante” relatada Bessa (2022) e Cavalcante (2022), onde o desprendimento do solo no município de Afuá, no estado do Pará, teve como interpretação o processo de “terras caídas”.

Todos estes elementos contrapõem a necessidade de se entender melhor o processo, dada a sua configuração como um fenômeno de risco geológico-hidrológico, como atestado em diversas ocorrências registradas pela imprensa:

- Em 2020 ocorreu o resgate do corpo de uma criança de 12 anos que veio a óbito após um talude ceder e inverter um barco onde ela pescava no município amazonense de Careiro da Várzea (Antunes, 2020);
- Em dezembro de 2020 o “G1 Santarém” noticiou a mobilização feita pelo Movimento de Pescadores e Pescadoras Artesanais (MPP) com o objetivo de arrecadar donativos para ribeirinhos atingidos pelo fenômeno em Ipaupixuna, zona rural de Óbidos/PA. De acordo com os jornalistas, o episódio prejudicou a subsistência de dez famílias dada a impossibilidade da atividade pesqueira, já que cinco embarcações foram destruídas.
- A comunidade Sagrado Coração de Jesus também sofre com os prejuízos causados pelas Terras Caídas. Pereira (2019) relata que Isomar Barros, vice-prefeito à época, relatou que os moradores tinham interesse unânime em sair daquela região, ressaltando o temor de que fatalidades começassem a acontecer.

Em Santarém, a comunidade de Fátima do Urucurituba (Figura 6) possuía 115 famílias, porém 45 foram obrigadas a deixá-la em 2009, quando muitas casas, escolas e igrejas foram destruídas pela erosão de terras caídas. Em 2012 o Serviço Geológico do Brasil classificou a comunidade como de alto risco (Vale *et al.*, 2019).

Figura 6- Comunidade Fátima de Urucurituba e entorno (1985-2016). Áreas com alterações da paisagem, de: acreção e erosão. A – 1985 a 1995; B – 1995-2005 e C- 2005 a 2016.

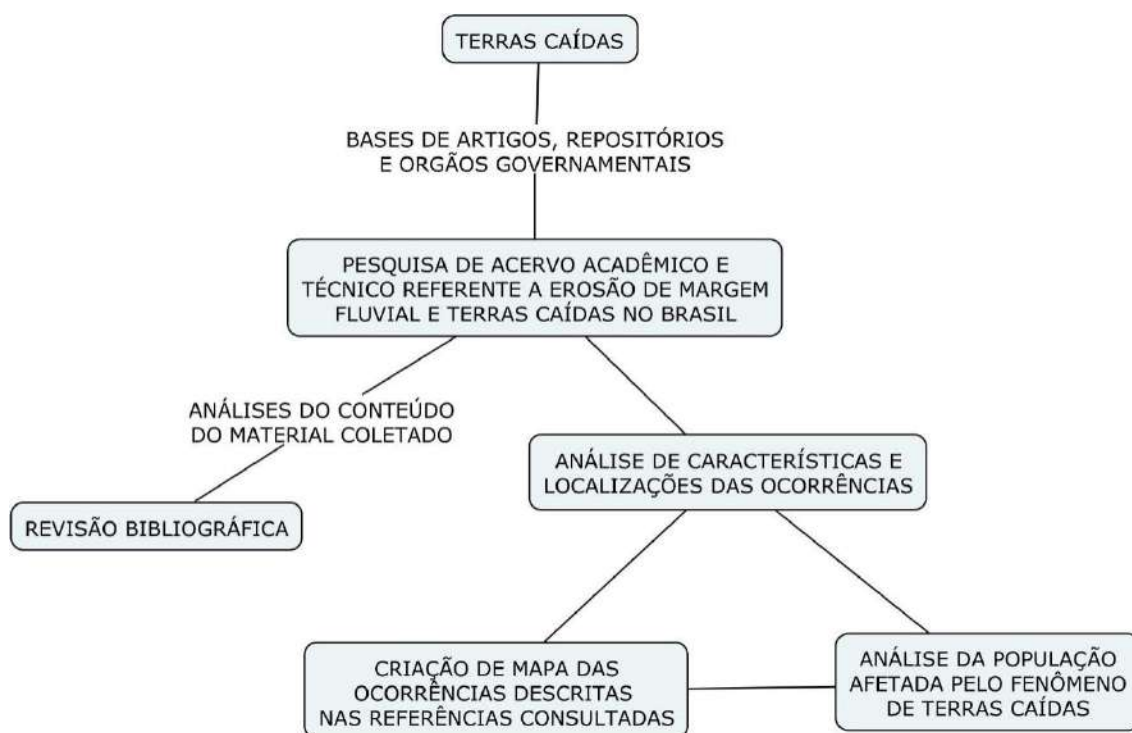


Fonte: Bandeira e Teixeira (2020), com a adaptação de Teixeira *et al.* (2018).

4 MATERIAL E MÉTODOS

Esta dissertação é pautada em quatro fases, cada uma gerando um produto distinto, detalhado no fluxograma da Figura 7.

Figura 7- Fluxograma da metodologia adotada.



Fonte: Autoria própria.

A primeira é uma revisão de literatura para análise de elementos característico de erosões de margens fluviais do tipo terras caídas, agrupando os métodos e resultados de pesquisas anteriores por similaridades. A pesquisa será realizada em artigos, dissertações, teses e relatórios técnicos de serviços públicos a partir de bases on-line, como SciELO, WorldWebScience, Portal Periódicos Capes e Repositórios Institucionais.

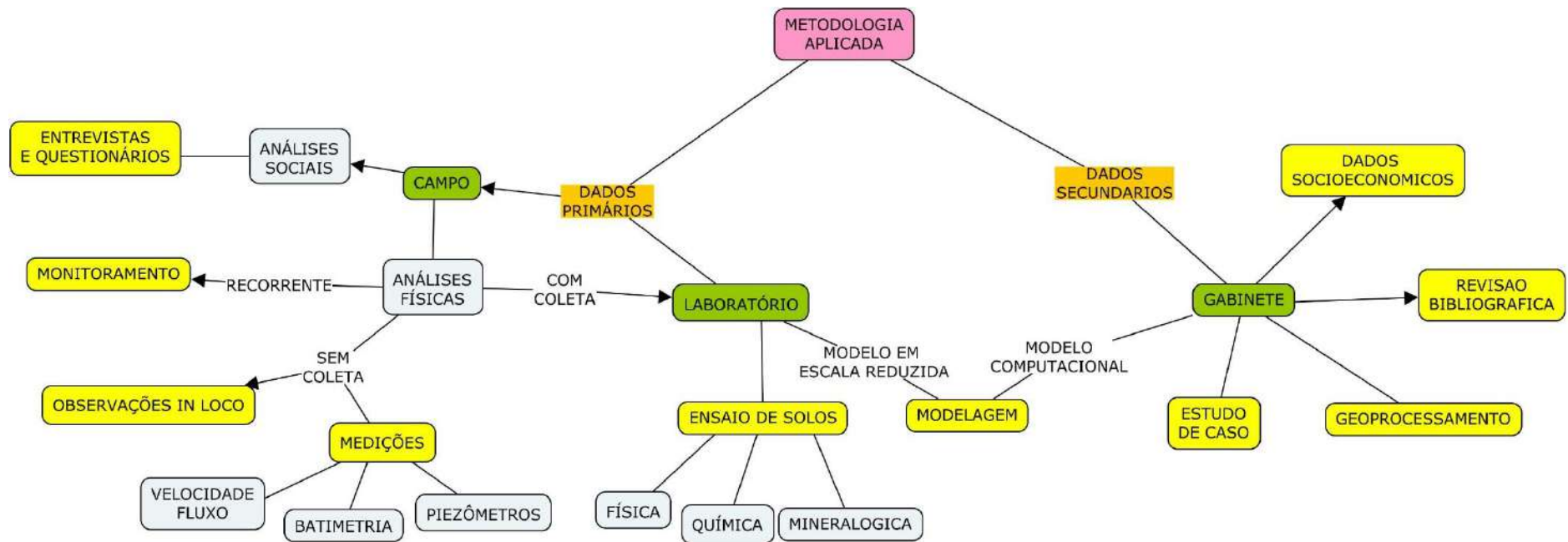
Os materiais foram captados através de palavras-chave de termos sobre erosão, margem fluvial, terras caídas e outros. Foram filtradas pesquisas a partir do ano 2000, a fim de que seja criada uma linha do tempo de cerca de 20 anos de pesquisa do tema. Foram desconsiderados relatórios de pesquisa e trabalhos onde não é possível localizar ponto aproximado de erosão para criação do mapa proposto no produto seguinte.

Os dados extraídos das pesquisas foram:

- Ano da publicação;
- Qualis da revista ou informações do curso, em caso de monografias;
- Metodologia aplicada;
- Coordenadas geográficas da ocorrência.

Quanto a metodologia, foram utilizados dez agrupadores para sintetizar pesquisas semelhantes a partir da origem dos dados, se primários ou secundários, obtidos e tratados em campo, laboratório ou gabinete, em análises físicas ou socioeconômicas. Os agrupadores estão destacados em amarelo na Figura 8. Os dados foram tabelados e tratados no Microsoft Excel.

Figura 8- Agrupadores para síntese metodológica da revisão bibliográfica.



Fonte: Autoria própria.

A partir dos materiais encontrados na primeira fase, foi confeccionado um mapa dos locais de ocorrência de terras caídas no Brasil, de acordo com a literatura disponível, agrupados por metodologia. A área de interesse foi delimitada a partir da classificação bacias hidrográficas de nível 6 do sistema de codificação de Otto Pfafstetter e organizada em três categorias:

- a) Diretamente relacionada: onde há ocorrência descrita na literatura catalogada;
- b) De probabilidade de ocorrência ou influência: bacias que interligam as áreas identificadas ou são proximais;
- c) Área limite: região periférica.

Para criação dos mapas ambientais foi utilizado o software QGIS e bases de dados publicadas nas fontes do Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e Agência Nacional de Águas (ANA) na temática de geologia, geomorfologia e Índice de Segurança Hídrica (ISH). A quarta fase é adaptada da metodologia utilizada no processo de Setorização de Riscos do Serviço Geológico do Brasil (CPRM), produto da “Ação Emergencial para Delimitação de Áreas em Alto e Muito Alto Risco a Enchentes e Movimentos de Massa”, a fim de estimar a população vulnerável ao fenômeno de terras caídas (Souza; Oliveira, 2022; Teixeira; Conceição, 2022). Esta adaptação é oriunda dos trabalhos de Cidades - IPT (2007) e Lana *et al.* (2021).

As setorizações de áreas de risco geológico são desenvolvidas exclusivamente em regiões onde existam edificações nas quais haja permanência humana, como casas, edifícios, hospitais, escolas, estabelecimentos comerciais, dentre outros. Dessa forma, regiões não habitadas, como loteamentos em implantação, campos utilizados para atividade esportiva ou agropecuária, terrenos baldios, estradas, pontes, linhas férreas e túneis, não são objeto de mapeamento (Souza; Oliveira, 2022, p. 6).

A associação da metodologia proposta pela autora com os dados de Censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística permite, ademais, analisar o perfil dessa população, avaliando não apenas o número, como também dados sociais importantes, como idade, renda e escolaridade (Quadro 1).

Bandeira *et al.* (2018) identificaram 236 áreas de risco de terras caídas para setorização de risco ao longo das margens do rio Amazonas, conforme Figura 9. Na presente pesquisa propõe-se analisar os pontos reconhecidos por Bandeira *et al.* (2018) e

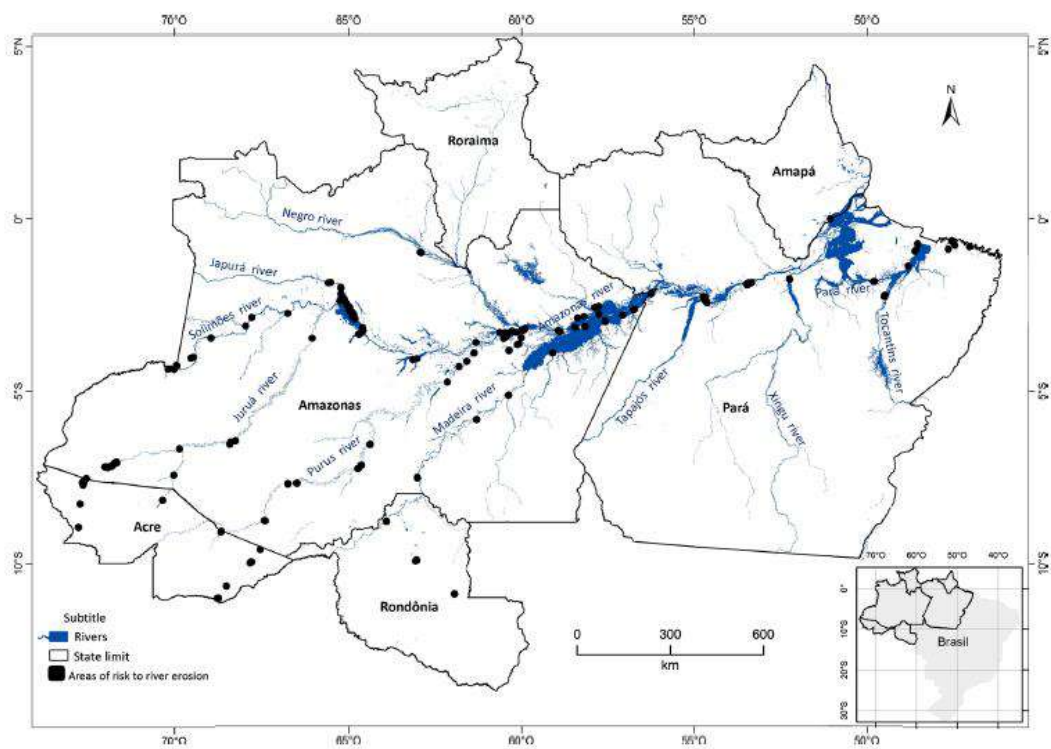
outras áreas identificadas na literatura, almejando auxiliar o desenvolvimento de estratégias que visem reduzir riscos de desastres na Amazônia.

Quadro 1- Procedimentos desenvolvidos durante a elaboração do zoneamento.

Fase	Etapas	Características
1	Geração da base de dados secundários	Elaborado a partir do levantamento de dados das ocorrências geradas na literatura. E associação com a localização das ocorrências de ocupações – sedes municipais, vilas e localidades diversas.
2	Delimitação das áreas	- Geração de uma carta que contemple as ocorrências registradas na literatura como “terras caídas”, tendo como área as bacias hidrográficas amazônicas. - Elaboração, por agrupamento, das principais áreas de ocupação compatíveis com a área de ocorrência dos registros de “terras caídas”. - Não serão delimitadas áreas sem edificações de permanência humana. - São delimitadas e classificadas apenas as áreas de alta e baixa ocorrência, segundo a escala que será construída como indicadores.
3	Definição de proposições	- Apresentação de uma discussão sobre o tema, com a abordagem de gestão voltada ao risco ambiental destas comunidades. - Exemplificação do perfil social de áreas afetadas e sua relação com a dinâmica socioambiental existente.

Fonte: Adaptado de Teixeira e Conceição (2022).

Figura 9- Áreas de risco de terras caídas.



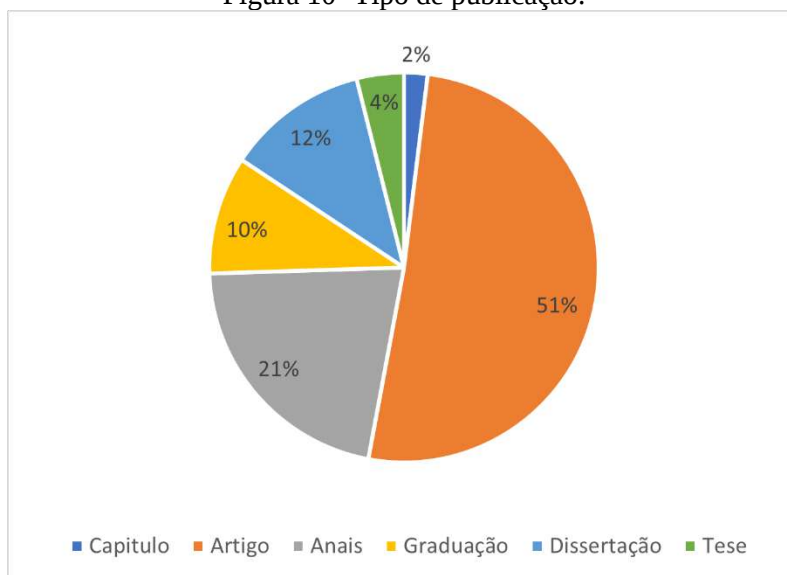
Fonte: Bandeira *et al.* (2018).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Revisão sistemática

As buscas on-line resultaram na catalogação de 51 produções acadêmicas na temática de terras caídas, com predomínio de artigos em periódicos. Além desses, foram identificados textos em anais de eventos, monografias de graduação, dissertações, teses e capítulo de livro. A Figura 10 apresenta o gráfico dos tipos de publicação, sendo: 26 artigos, 11 produções em anais de eventos científicos, seis dissertações, cinco monografias de graduação, duas teses e um capítulo de livro.

Figura 10- Tipo de publicação.



Fonte: Autoria própria.

No conjunto de anais foram consideradas 11 publicações em congressos, simpósios e encontros. Lacerda *et al.* (2008) destacam a necessidade de eventos acadêmicos para difusão de conhecimentos e trocas de interesse entre os participantes, sejam estudantes ou profissionais. Joly *et al.* (2007), ao tratar especificamente de anais de congressos, descreve que, antes da era da internet, o acesso e aquisição da ciência produzida pelos eventos científicos era complexo, proporcionando baixa visibilidade às produções. Entretanto, na atual era digital, é de suma importância a divulgação do assunto em eventos, já que a exposição do tema atinge quantidade considerável de pessoas interessadas em questões associadas, tanto as que participam dos eventos quanto as que

são tomam conhecimento através de consultas na internet. As produções elencadas foram apresentadas em eventos nacionais, em todas as regiões do Brasil, e em um internacional.

As pesquisas de graduação, mestrado e doutorado são procedentes de Universidades públicas, federais e estaduais, dos Estados do Pará e Amazonas, nas áreas de Geografia, Ciências Ambientais, Engenharias e Interdisciplinar. Apesar das causas gerais serem comprovadas cientificamente, as “barrancas de terras caídas” alimentam o imaginário caboclo através de lendas, contos e religiosidade (Holanda; Torres, 2015).

O contato do homem da Amazônia com a academia permite que ele explore a ciência através do visto na sua realidade, trazendo a pesquisa para o seu cotidiano e transformando-a em agente de desenvolvimento local. Entretanto, esse cenário ratifica que, apesar da divulgação em eventos de diversas regiões brasileiras, o interesse pelo assunto é ainda regional e explorado, principalmente, por pesquisadores que vivenciam o fenômeno no cotidiano.

A democratização da ciência através das publicações em periódicos permite que os resultados de estudos possam ser utilizados e interpretados por diversos autores e pontos de vistas, possibilitando o reconhecimento da sociedade e representatividade para o coletivo (Brofman, 2018). Segundo Campos (2010), a produção intelectual é um “dos principais indicadores de qualidade dos programas de pós-graduação” no Brasil. A avaliação de periódicos é de extrema importância, dada a quantidade de publicações e documentos criados a todo momento e a pressão de publicar mais, que, inevitavelmente, agrava o cenário científico como uma inflação, onde quanto mais artigos são escritos, menos valem (Margolis, 1967; Vieira *et al.*, 2021). Portanto, faz-se necessária a utilização de critérios avaliativos para garantir a eficácia, eficiência e objetividade de uma pesquisa bibliográfica (Guz; Rushchitsky, 2009)

No Brasil, o sistema Qualis Periódico examina a qualidade das produções a partir da análise de qualidade dos periódicos científicos (CAPES, 2023). Durante a produção desta pesquisa houve o lançamento da nova avaliação quadrienal de periódicos (2017 - 2020), onde foi apresentada uma nova metodologia para o Qualis Periódico com alterações na quantidade e nomenclatura dos estratos indicativos de qualidade, cuja nova formulação busca o equilíbrio no comparativo entre as áreas de avaliação. A opção pela utilização das duas classificações mais recentes nessa pesquisa é justificada pela significativa mudança do método avaliativo, que impacta diretamente na forma como

essas pesquisas são apreciadas no meio acadêmico. A avaliação de 2013 – 2016 era realizada em oito estratos e a subsequente em nove, como mostra o Quadro 2.

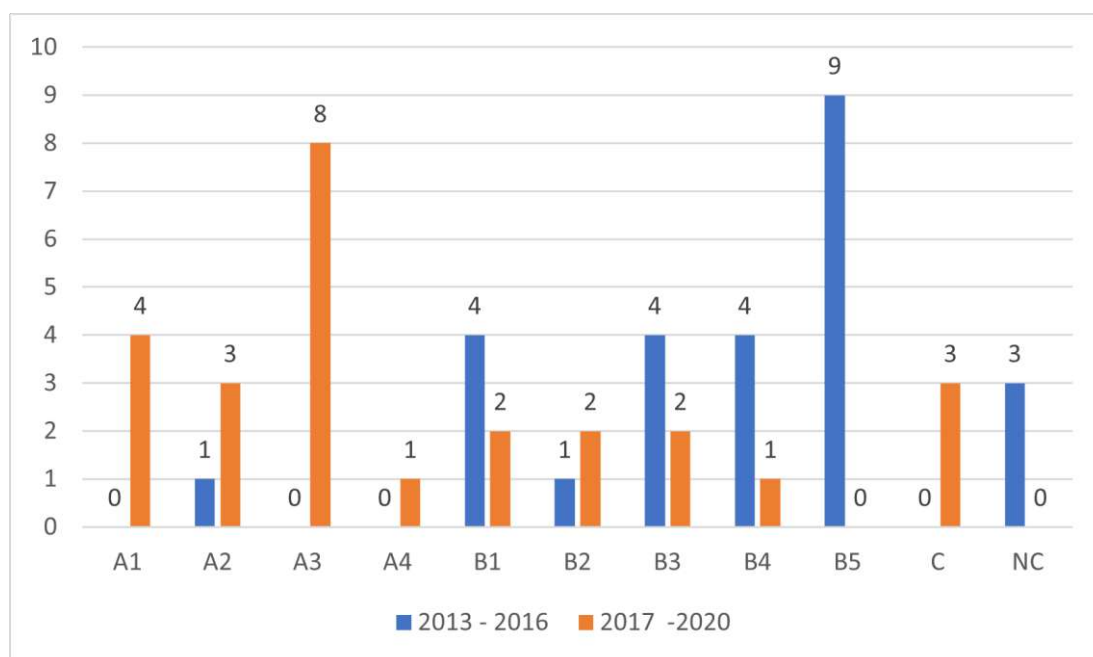
Quadro 2- Critérios de classificação Qualis Periódicos.

2013 - 2016		2017 - 2020	
Estrato	Critérios	Estrato	Critérios
A1	Estratos anteriores + Indexação em bases de dados.	A1	Uso combinado de indicadores bibliométricos com um modelo matemático. Scopus (CiteScore) Web of Science (Fator de Impacto) Google Scholar (índice h5)
A2		A2	
B1		A3	
B2		A4	
B3	Pertencer a um programa de pós-graduação, instituição de pesquisa ou associação científica e profissional da área; ter periodicidade regular; não praticar endogenia; autores com título de doutor.	B1	
B4		B2	
B5		B3	
		B4	
C	Periódico não científico.	C	Periódico não científico.

Fonte: Adaptado de Felix *et al.* (2022).

Os 26 artigos completos foram publicados em 19 periódicos diferentes, cujos Qualis foram extraídos da plataforma Sucupira, como ilustra a Figura 11.

Figura 11- Qualis Periódicos em dois quadriênios.



Fonte: Autoria própria.

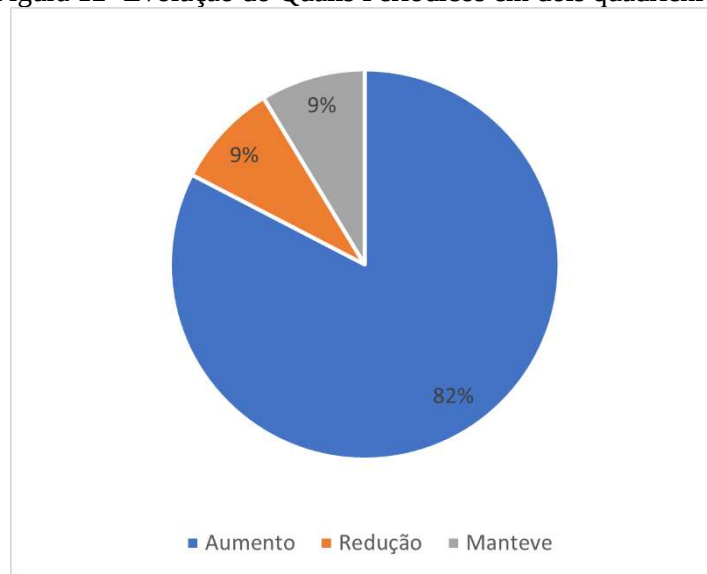
Na primeira avaliação analisada (2013 - 2016) é possível inferir que 65,38% das revistas onde os artigos foram publicados eram classificadas nos estratos B3, B4 e B5, onde não era requisitada a indexação nas bases de dados, e apenas seis publicações foram qualificadas nos critérios superiores. Nessa avaliação, três publicações procedentes de dois periódicos receberam o informativo de que não foram localizadas na base de dados, e são representadas pela barra “NC” na Figura 11.

Na segunda avaliação (2017 – 2020) o cenário se inverte, tendo como maior fração (61,54%) os estratos do grupo A. As três publicações ausentes de classificação no quadriênio anterior foram enquadradas no estrato C. Trata-se de periódicos recém-criados, datados entre 2016 e 2018 e, possivelmente, a nova metodologia do Qualis baseada no índice bibliométrico impactou negativamente na avaliação de novos veículos científicos.

Belter (2015) descreve como “erro comum” a não consideração do tempo, já que as citações demandam um tempo para se acumular e se acumulam com o tempo e defende que artigos mais recentes levam, no mínimo, dois anos para serem avaliados satisfatoriamente através de indicadores bibliométricos e, conclui que, os índices são tendenciosos quando se comparam artigos ou autores mais novos frente a antigos.

A mesma ideia pode ser aplicada aos resultados de peso zero dos periódicos consultados, uma vez que o tempo para acúmulo de citações pode ter impactado negativamente suas avaliações e é possível que, nesses casos, a antiga metodologia fosse mais positiva que a atual. Entretanto, a mudança metodológica foi favorável à maioria das pesquisas, valorizando 73% das pesquisas avaliadas, enquanto 8% apresentaram redução no Qualis, 8% permaneceram no mesmo estrato e 11% foram classificadas pela primeira vez, conforme ilustra a Figura 12.

Figura 12- Evolução do Qualis Periódicos em dois quadriênios.

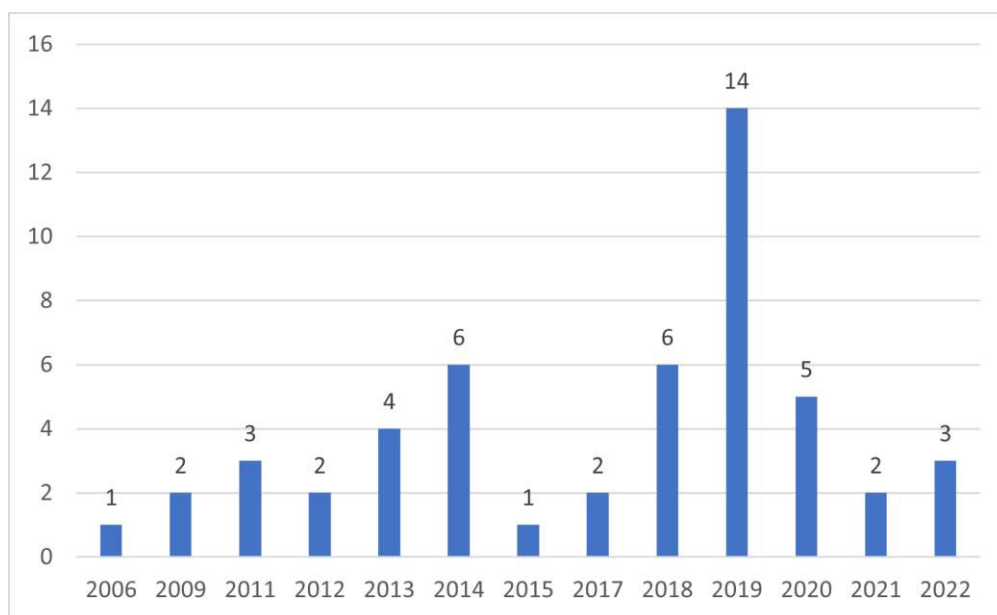


Fonte: Autoria própria.

Com objetivo de descrever o ritmo de produção da temática de terras caídas no atual milênio, foram apresentados em gráfico os anos de publicação das pesquisas catalogadas. Partindo dele, observa-se a baixa quantidade de trabalhos produzidos na primeira década, totalizando apenas três, nos anos 2006 e 2009.

Na década de 2010 há um expressivo aumento, atingindo o máximo de 14 itens no ano de 2019, e ausência de publicações apenas nos anos 2010 e 2016. Entretanto, apesar do ritmo acelerado, durante os anos de 2020, 2021 e 2022, a pesquisa científica foi duramente impactada pela pandemia do Coronavírus (COVID-19), quando as visitas à campo e até mesmo o convívio acadêmico foram suspensos por *lockdown*, distanciamento social e restrições de viagens, o que afetou negativamente a produtividade, quando foram catalogados apenas dez textos científicos acerca do tema.

Figura 13- Ano das publicações.



Fonte: Autoria própria.

No que concerne a metodologia das pesquisas, considerando a aplicação de múltiplas metodologias em um trabalho, foram catalogadas 26 revisões bibliográficas, 25 observações in loco, 19 entrevistas e questionários, 16 estudos através de geoprocessamento, 13 medições, 11 ensaios de solo, cinco monitoramentos, quatro estudos através de dados socioeconômicos, quatro estudos de caso e uma modelagem. As metodologias foram agrupadas e representadas no Quadro 3 e Figura 14.

Quadro 3- Classificação por autoria.

(continua)

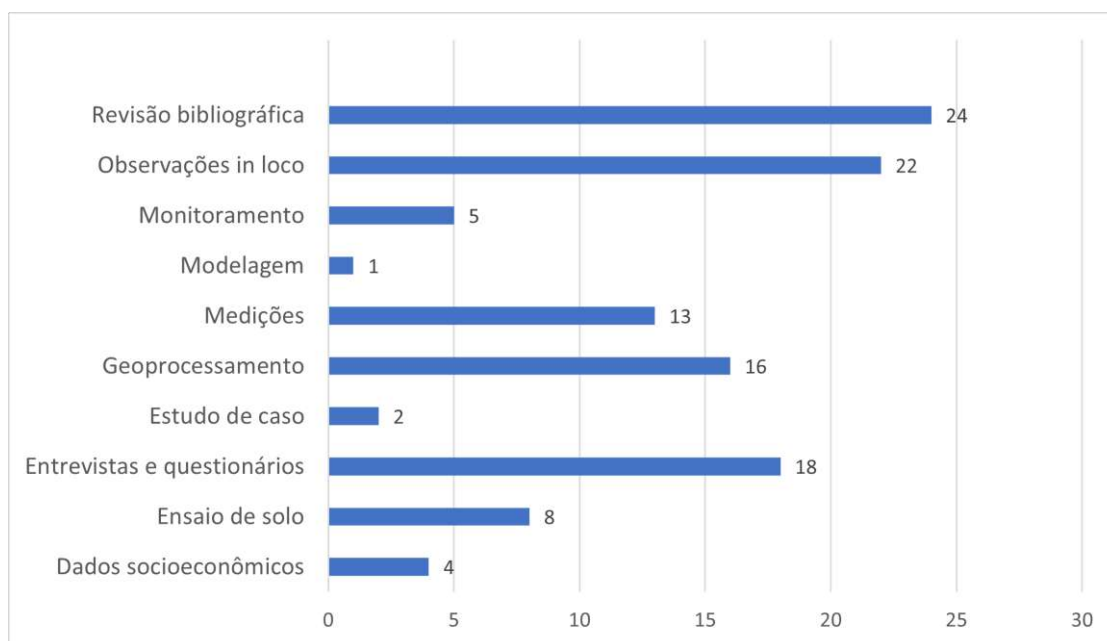
Métodos	Autores	
Revisão bibliográfica	Azevedo Filho (2018)	Melo <i>et al.</i> (2012)
	Carvalho (2006)	Queiroz <i>et al.</i> (2018)
	Freitas (2009)	Reis (2022)
	Gonzalez <i>et al.</i> (2022)	Ribeiro (2018)
	Jacauna (2019)	Rodrigues (2014)
	Labadessa (2011)	Sadala (2020)
	Labadessa (2014)	Silva Junior Silva (2019)
	Lopes e Rodrigues (2014)	Silva Junior <i>et al.</i> (2020)
	Magalhães (2011)	Sousa (2020)
	Matos (2019)	Souza (2019)
	Matos e Nogueira (2014)	Souza <i>et al.</i> (2020)
Dados socioeconômicos	Jacauna (2019)	Serrão e Lima (2013)
	Reis (2022)	Silva e Noda (2016)
Susceptibilidade	Gonzalez <i>et al.</i> (2022)	
	Magalhaes e Gomes (2013)	
	Silva e Andrade (2019)	
Multicritério	Bandeira <i>et al.</i> (2021)	

(conclusão)

Métodos	Autores
Estudo de caso	Alencar <i>et al.</i> (2014) Serrão e Lima (2013) Sousa e Campelo. (2020)
Modelagem	Souza (2019)
Ensaio de solos	Bandeira e Teixeira (2020) Bandeira <i>et al.</i> (2019) Carvalho (2006) Carvalho e Cunha (2011) Freitas (2009) Freitas e Albuquerque (2012) Gonzalez <i>et al.</i> (2022) Magalhaes (2011) Magalhaes e Gomes (2013) Sousa e Campelo. (2020) Souza (2019)
Geoprocessamento	Carvalho (2006) Freitas (2009) Lopes e Rodrigues (2014) Magalhães (2011) Moraes <i>et al.</i> (2008) Oliveira <i>et al.</i> (2009) Queiroz e Alves (2021) Reis (2022) Silva e Andrade (2019) Souza (2019) Teixeira <i>et al.</i> (2018)
Medições	Gonzalez <i>et al.</i> (2022) Magalhães (2011) Magalhaes e Vieira (2018) Queiroz e Alves (2021) Queiroz e Tomaz Neto (2019) Reis (2022) Ribeiro (2018) Silva e Noda (2016) Teixeira <i>et al.</i> (2018) Vale <i>et al.</i> (2019)
Observações in loco	Azevedo Filho (2018) Bandeira e Teixeira (2020) Bandeira <i>et al.</i> (2019) Carvalho <i>et al.</i> (2009) Freitas (2009) Gonzalez <i>et al.</i> (2022) Jacauna (2019) Labadessa (2011) Labadessa (2014) Lopes e Rodrigues (2014) Magalhaes (2011) Matos (2019) Matos e Nogueira (2014) Melo <i>et al.</i> (2012) Oliveira <i>et al.</i> (2009) Queiroz e Tomaz Neto (2019) Queiroz <i>et al.</i> (2018) Reis (2022) Ribeiro (2018) Silva (2019) Silva e Andrade (2019) Silva e Noda (2016) Souza (2019)
Monitoramento	Carvalho (2006) Carvalho e Cunha (2011) Magalhães (2011) Magalhaes e Vieira (2018) Queiroz e Alves (2021) Queiroz e Tomaz Neto (2019) Sousa e Campelo (2020)
Entrevistas e questionários	Alencar <i>et al.</i> (2014) Carvalho (2006) Carvalho e Cunha (2011) Carvalho <i>et al.</i> (2009) Guimaraes <i>et al.</i> (2019) Jacauna (2019) Labadessa (2011) Labadessa (2014) Matos (2019) Matos e Nogueira (2014) Queiroz <i>et al.</i> (2018) Reis (2022) Sadala (2020) Santos (2020)

Fonte: Autoria própria.

Figura 14- Metodologias aplicadas.



Fonte: Autoria própria.

A principal referência em revisões do tema é a pesquisa de Carvalho (2006), uma dissertação que aborda diversos aspectos do fenômeno, como, além de embasamento teórico, fatores causadores, aspectos socioeconômicos e socioambientais em uma comunidade de Itacoatiara, Estado do Amazonas, que sofre severamente com o fenômeno. A partir dela, diversos autores basearam suas pesquisas.

Quanto a utilização de observações in loco, os autores descrevem idas a campo para registrar, em suas memórias e imagens, a força das terras caídas, bem como relatar texturas, impactos visíveis e características sensoriais. A aplicação de entrevistas e questionários é feita, principalmente, por pesquisadores que objetivam relatar o impacto no cotidiano das comunidades rurais ribeirinhas, através de abordagens fenomenológicas e dialéticas. Semelhante a esse, os estudos de caso relatam ocorrências de terras caídas específicas e sua percepção através da aplicação de outras metodologias associadas.

A utilização de geoprocessamento é aplicada em análises multitemporais, a fim de quantificar o volume de erosão e deposição nos rios, recuo de margens, visualizar possíveis cenários futuros e elaboração de mapas de ocorrência. No agrupamento de medições são utilizadas metodologias com abordagem de características hídricas, como pluviometria, fluviometria, batimetria, velocidade e vazão dos rios, onde é possível

avaliar o impacto de eventos extremos e a influência dos atributos hidráulicos na ocorrência de fenômenos do tipo terras caídas.

Quanto aos ensaios de solo, foram realizadas análises físico, química e mineralógicas, investigando granulometria, índices de plasticidade, permeabilidade, difração de raio X para identificação de minerais expansivos, fator de erodibilidade e outros. Os monitoramentos foram realizados por pinos, estacas, casas e grandes árvores. Carvalho e Cunha (2011) defendem, a partir do executado em sua pesquisa, que a utilização de estruturas de grande porte como ponto de referência é mais eficiente por não se perder em transbordamentos.

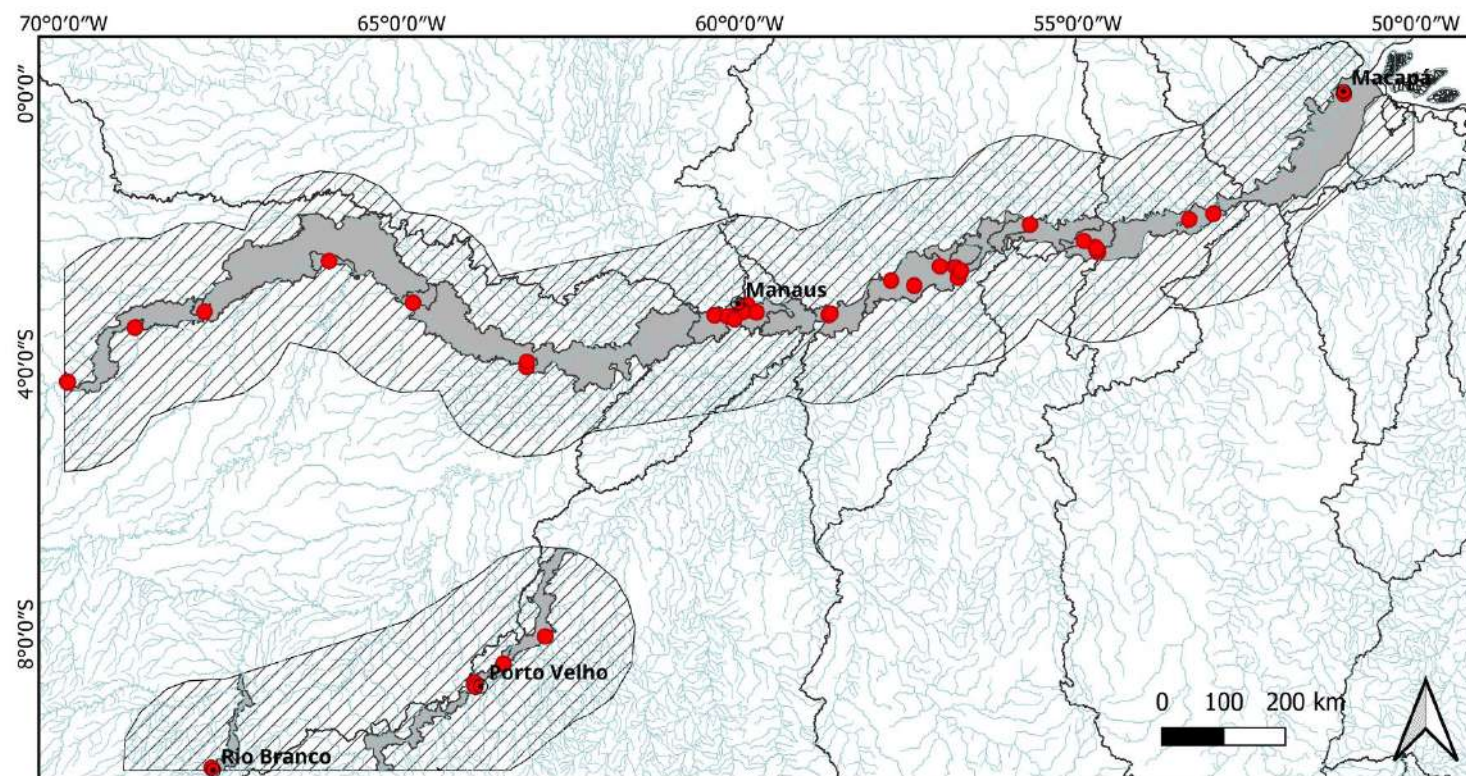
O uso de dados socioeconômicos objetiva a caracterização da população impactada pelo fenômeno através de informações disponíveis em censos, relatórios técnicos e consultas de entidades regionais sociais, de saúde, educação e segurança. Foi, ainda, realizado o estudo da modelagem, computacional e em pequena escala, de um talude com condições semelhantes à encontrada em campo, onde foi reproduzido com fidelidade o descrito pelos que testemunham o fenômeno.

Os pontos de ocorrência foram espacializados a partir das coordenadas indicadas em mapas, fotografias, relatórios e pontos de referências descritos nas bibliografias catalogadas. Estes pontos de ocorrência estão ilustrados na Figura 15, e estão situados nas margens do rio Amazonas.

Os métodos de estudo aplicados discutidos no item 4.1 e quadro 3 foram analisados isoladamente, a fim de facilitar a visualização da distribuição espacial e evitar sobreposições que tendenciem negativamente na análise gráfica dos dados.

Ignácio (2010) demonstra a importância dos dados estatísticos para a gestão pública pela sua contribuição em tomadas de decisões, principalmente no emprego de recursos em prol da população mais afetada, e, no âmbito científico, por ser ferramenta indispensável para as ciências humanas e sociais. Entretanto, o cenário atual mostra a carência de informação científica desse tipo nas áreas afetadas. As pesquisas que recorrem de dados socioeconômicos ainda são pouco difundidas, contando com amostras espaçadas ao longo do rio Amazonas e inexistentes nas regiões de maior latitude, como as capitais de Acre e Rondônia (Figura 16).

Figura 15- Zonas de ocorrência, área limite e pontos catalogados.



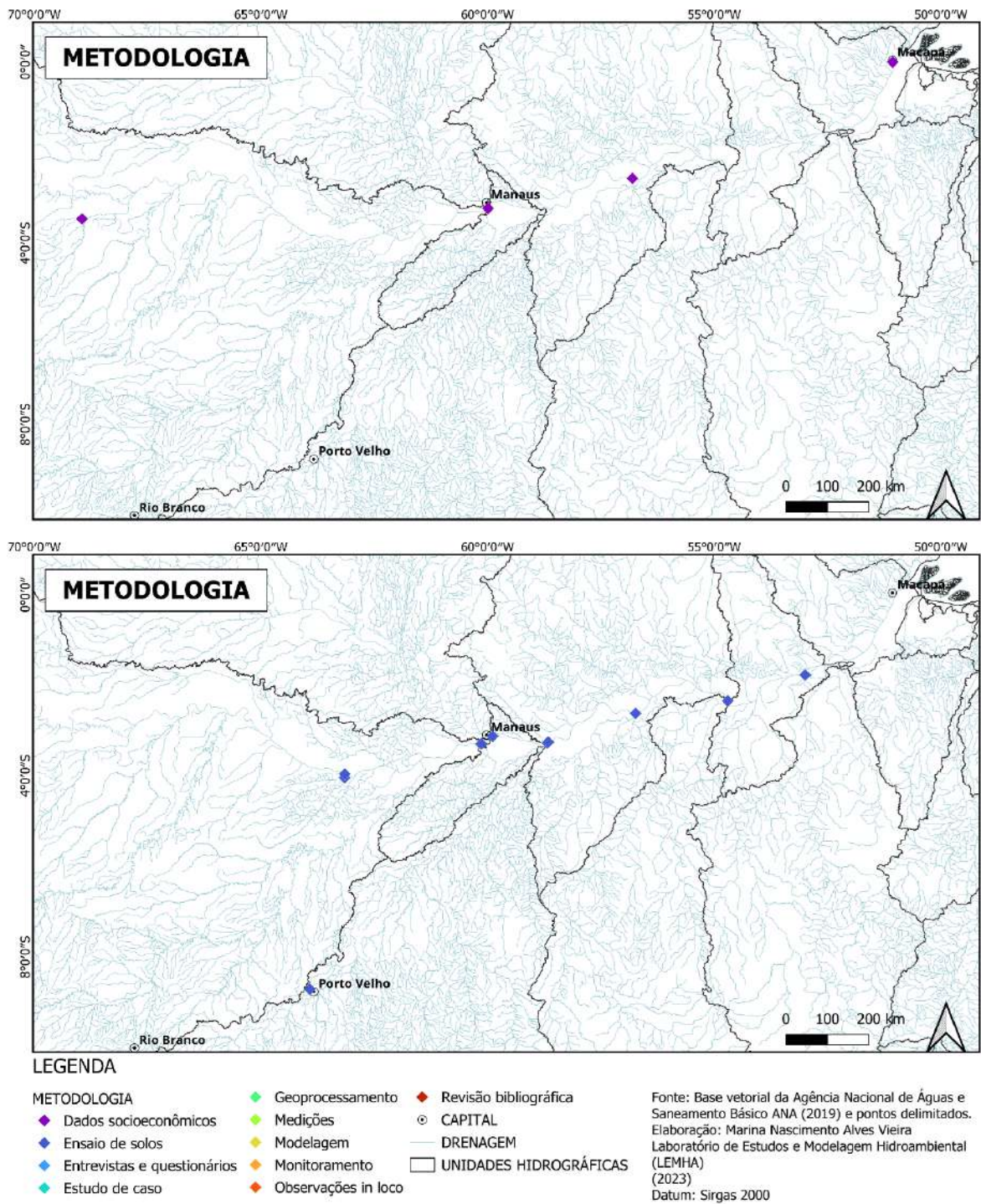
LEGENDA

- | | | |
|-----------|-----------------------|--------------------------|
| ⊙ CAPITAL | — DRENAGEM | ▨ ÁREAS LIMITE |
| ● PONTOS | ■ ZONAS DE OCORRÊNCIA | □ UNIDADES HIDROGRÁFICAS |

Fonte: Base vetorial da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico ANA (2019) e pontos delimitados.
 Elaboração: Marina Nascimento Alves Vieira
 Laboratório de Estudos e Modelagem Hidroambiental (LEMHA)
 (2023)
 Datum: Sirgas 2000

Fonte: Autoria própria.

Figura 16- Metodologia: dados socioeconômicos e ensaios de solo.



Fonte: Autoria própria.

Os ensaios de solo estão presentes em estudos na região entre Coari (AM) e Prainha (PA) e em Porto Velho (RO), principalmente em regiões relativamente de fácil acesso por serem próximas à grandes centros urbanos. A expansão das análises laboratoriais em amostras de solos tem a logística como principal obstáculo, uma vez que a maior parte da

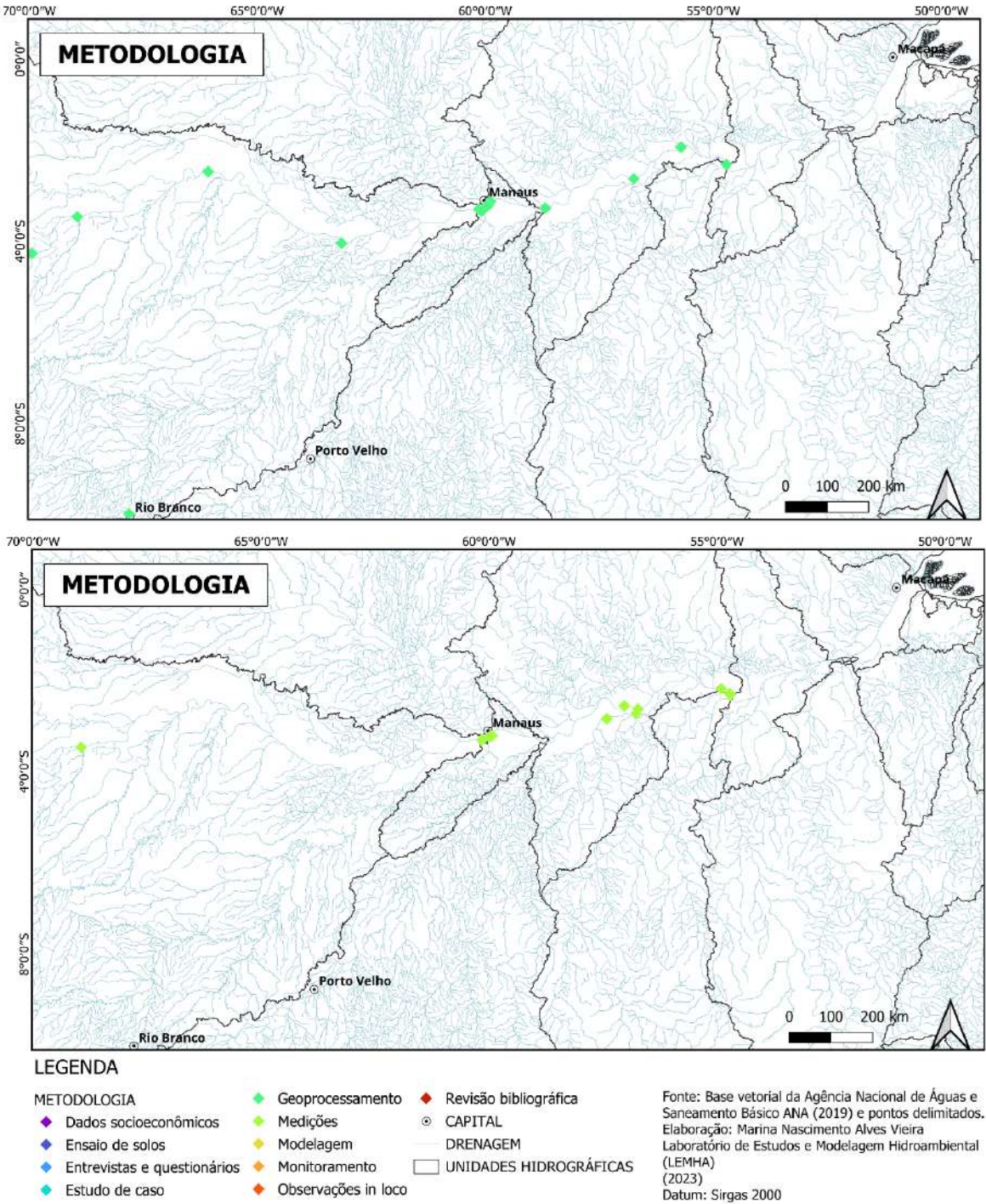
região possui as hidrovias como principal, senão única, forma de acesso, o que torna longa, onerosa e complexa a locomoção até laboratórios especializados.

A logística também impacta negativamente no emprego de medições, porém em menor escala, dado o menor volume de ferramentas necessárias e a ausência de coleta de amostras. A metodologia foi aplicada em quatro regiões distintas: próximo à Tabatinga (AM); Manaus e Iranduba (AM); Parintins e Barreirinhas (AM) e Santarém (PA). O empecilho é superado através da utilização do geoprocessamento, já que a utilização de dados secundários tratados em gabinete não requer visita in loco, permitindo o acesso à informação relativa a áreas de difícil acesso. Esse facilitador é refletido na boa distribuição da metodologia ao longo do rio Amazonas, até a altura de Santarém (PA), e em Rio Branco (AC). Grande parte das pesquisas que se utilizam do método está concentrada na região de Manaus e Iranduba (AM). (Figura 17)

As revisões bibliográficas são abordadas em estudos ao longo de toda a área analisada e mostra-se a única metodologia presente em todas as regiões afetadas, desde os extremos do rio Amazonas entre Tabatinga (AM) e Bailique (AP), aos rios Acre e Madeira. Entretanto, a utilização de revisão não necessariamente apresenta dados daquela região, pois permite a interpretação e comparação de resultados com os fatos descritos na realidade do local estudado e muitas vezes são referenciados em múltiplas pesquisas, devido a carência de estudos da temática (Figura 18).

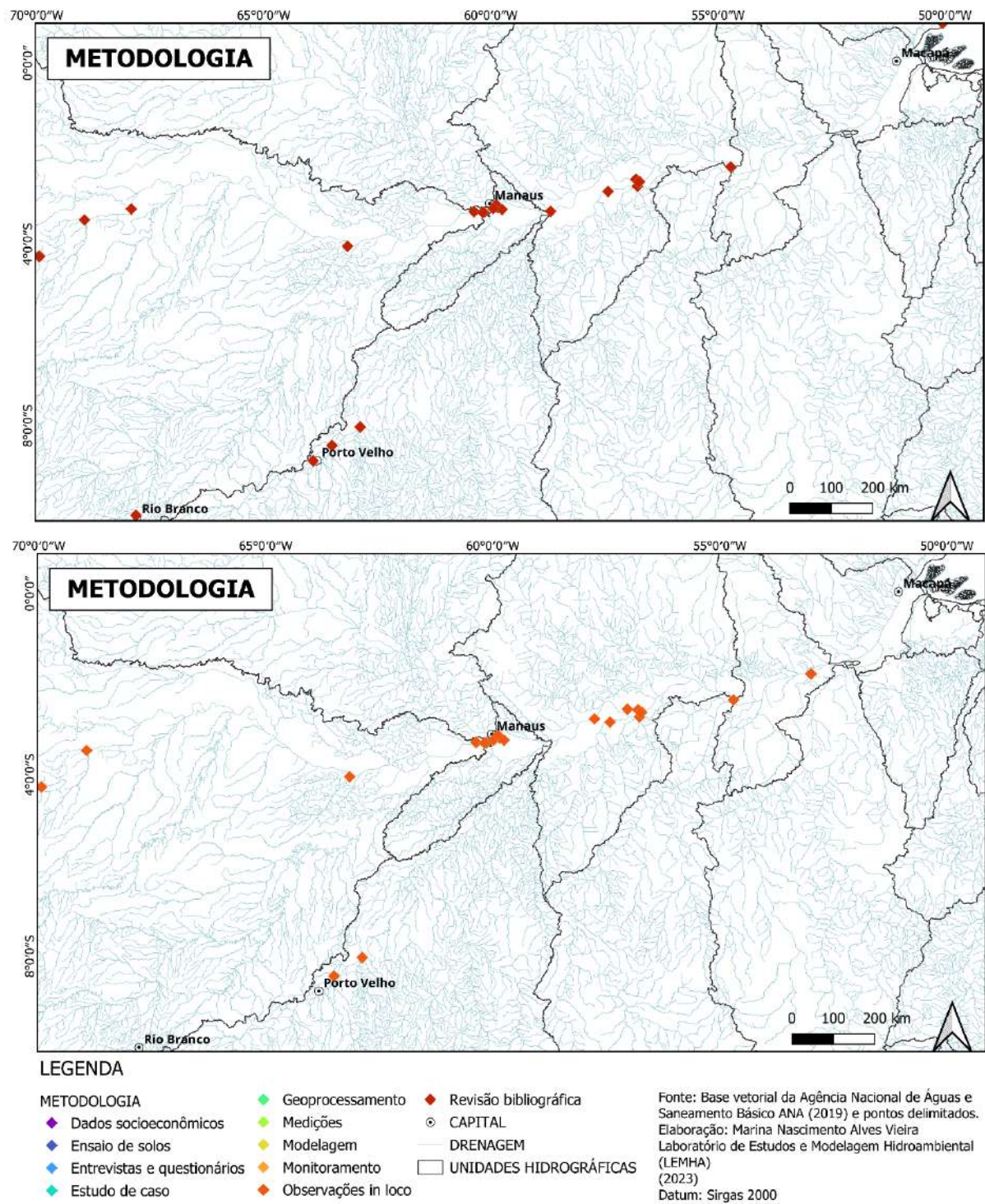
Nas observações in loco foram realizadas, minimamente, constatações visuais de feições característica aos movimentos de massa de terras caídas. Elas estão medianamente distribuídas, porém com maior concentração em Parintins (AM) e na região entre Manacapuru, Iranduba e Manaus (AM).

Figura 17- Metodologia: geoprocessamento e medições.



Fonte: Autoria própria.

Figura 18- Metodologia: observações in loco e revisão bibliográfica.



Fonte: Autoria própria

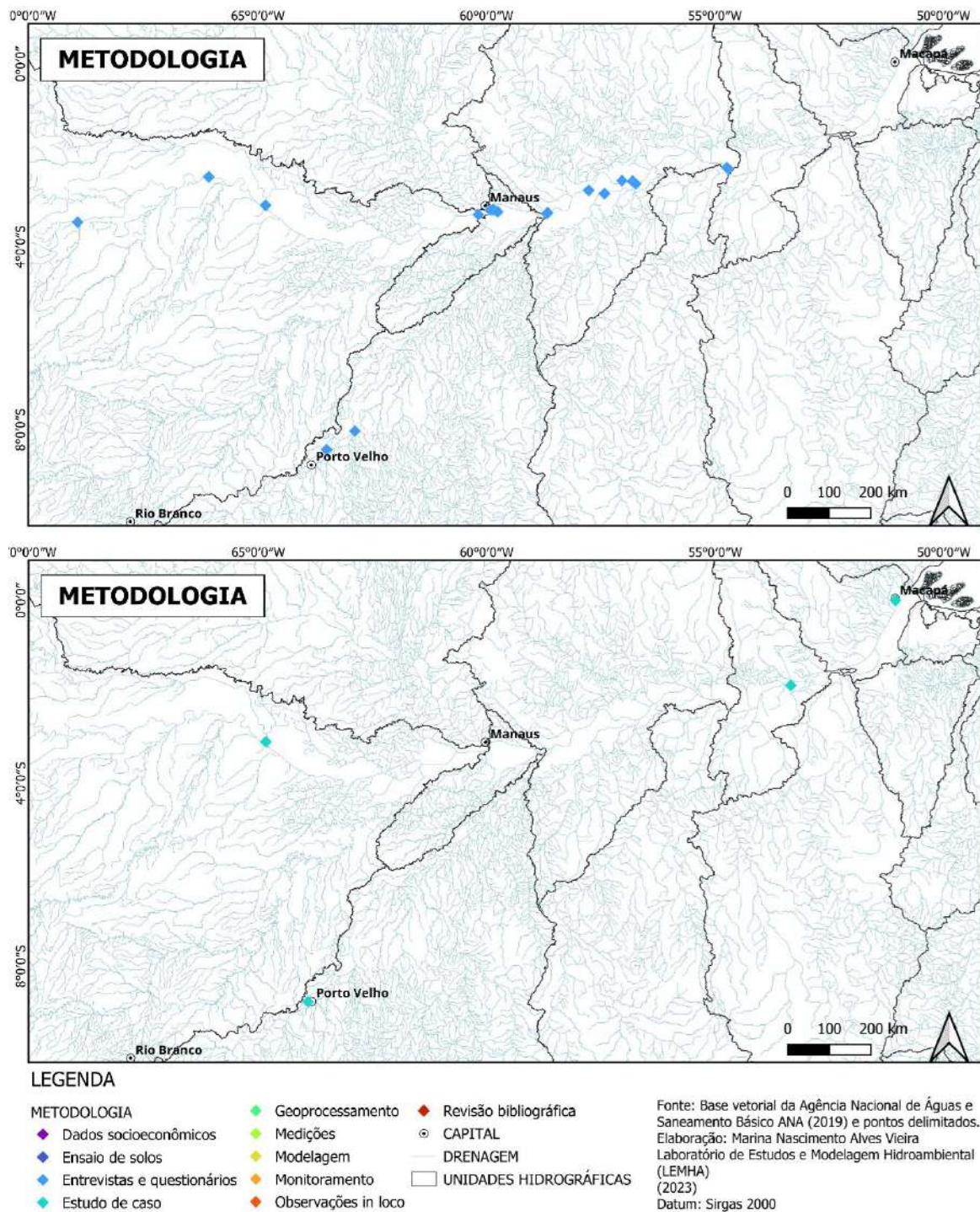
As entrevistas e questionários foram aplicadas em Santarém (PA), Porto Velho (RO) e, predominantemente, no estado do Amazonas. Assim como os dados socioeconômicos, a utilização desse método é capaz de descrever um retrato qualitativo da população afetada, no entanto com enfoque maior na percepção do fenômeno e das suas experiências (Figura 19).

Já os estudos de caso trazem informações relevantes dessas percepções, todavia não necessariamente em pesquisas dedicadas ao fenômeno e sim como parte da relação dos moradores com seu lugar de vivência. Estes são utilizados em Tefé (AM), Porto Velho (RO), Prainha (PA) e Macapá (AP).

Quanto ao monitoramento, há estudos na região de Manaus, Itacoatiara e Iranduba, ambos municípios amazonenses. A pouca aplicação pode ser reflexo da necessidade de visitas regulares e contínuas, o que exige projetos de longo prazo, muitas vezes incompatíveis com o tempo médio dos cursos de pós-graduação. A utilização do método é compatível com grandes projetos de pesquisa desenvolvidos em diversas fases e com múltiplos pesquisadores envolvidos, como laboratórios e grupos de pesquisa (Figura 20).

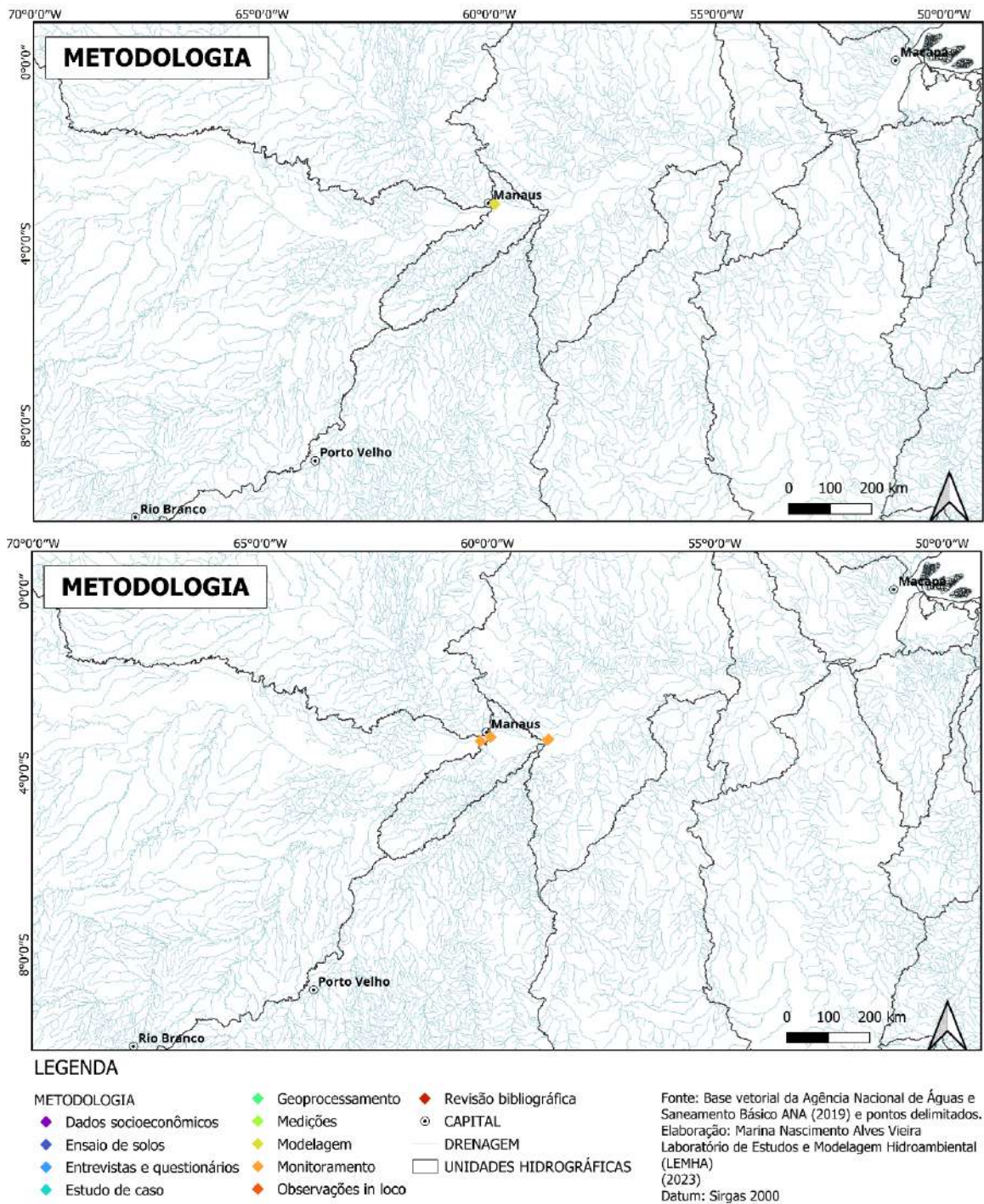
Do mesmo modo, a modelagem apresenta de um grau de complexidade elevado, compatível com o nível acadêmico de pós-graduações, entretanto a escassez de programas dedicados à geotecnia na região Norte reduz a possibilidade de incorporação do tema em linhas de pesquisa disponíveis, tornando mínimo o resultado desse método.

Figura 19- Metodologia: entrevistas e questionários e estudos de caso.



Fonte: Autoria própria.

Figura 20- Metodologia: modelagem e monitoramento.



Fonte: Autoria própria.

5.2 Avaliação das áreas de ocorrência

A Figura 21 ilustra as unidades hidrográficas onde estão situadas as áreas de ocorrência e os pontos levantados. As zonas estão contidas em dez unidades hidrográficas, sendo elas o Arquipélago do Marajó, Jari, Xingu, Maicuru, Tapajós, Amazonas, Negro, Madeirinha, Madeira e Solimões.

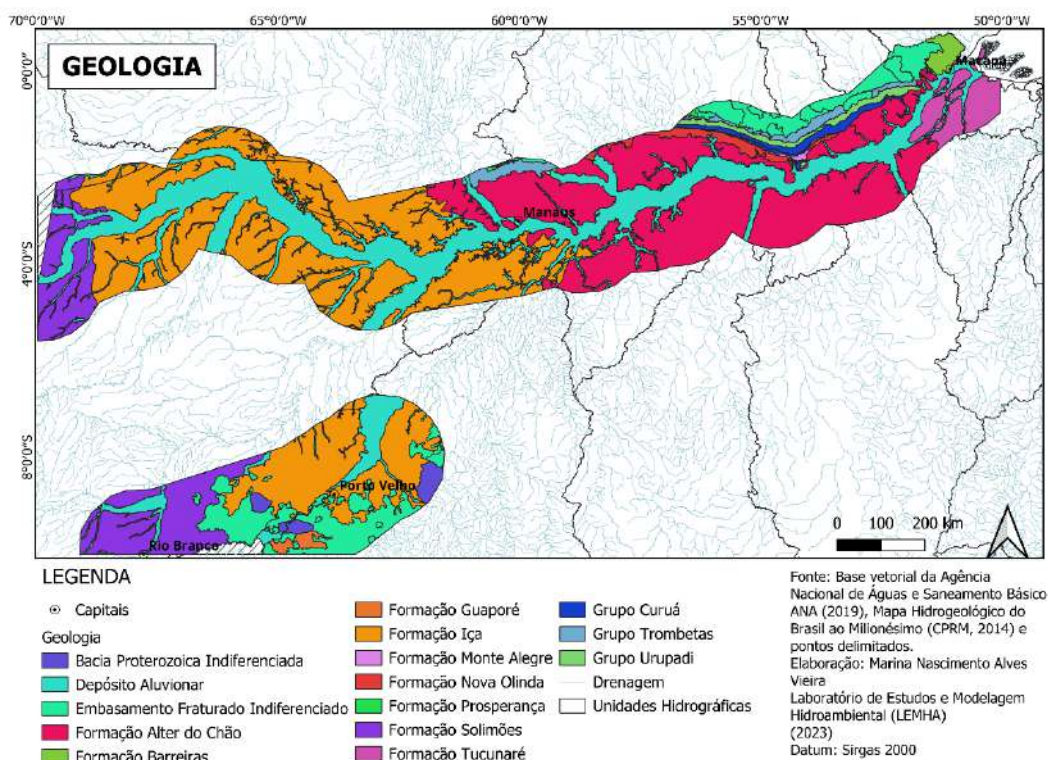
A região de maior extensão com a presença de zonas diretamente relacionadas está localizada no percurso entre as metrópoles de Manaus (AM) e Santarém (PA). Em contraponto, nas áreas mais distantes dos grandes centros urbanos há menor volume de casos relatados, aumentando as zonas de probabilidade de ocorrência ou influência, como as situadas à montante de Manacapuru (Solimões) e à jusante de Santarém (Maicuru, Xingu, Jari e Marajó).

Quanto à geologia, as zonas de ocorrência estão localizadas ao longo de depósitos aluvionares, enquanto nas áreas limites afloram, principalmente, as Formações Alter do Chão, Içá e Solimões. A geologia da região está ilustrada na Figura 22, com destaque para as zonas mencionadas.

Winge *et al.* (2001) descrevem os depósitos aluvionares como sedimentos clásticos depositados por um sistema fluvial em margens e leito da drenagem, muito retrabalhados e mutáveis devido à erosão fluvial. Duarte *et al.* (2016) ao descrever a geologia de Humaitá (AM), identifica-os como os terrenos mais recentes do estado, representados por sedimentos arenosos e argilosos, de inconsolidados a semiconsolidados.

Maia *et al.* (1977) descreve o pacote sedimentar denominado Formação Içá como predominantemente constituído de arenitos amarelo avermelhados, de granulometria fina a conglomerática, friáveis, às vezes sílticos e argilosos e tipicamente continentais. A idade da Formação é admitida por Latrubesse *et al.* (1994) e Rossetti *et al.* (2005) como Plio Pleistocênica (*apud* Porto, 2013). Contudo, Silveira (2005) atribuiu a idade pleistocênica através de estudo palinológico.

Figura 22- Unidades geológicas da área de abrangência do estudo.



Fonte: Autoria própria.

A formação Alter do Chão tem idade controversa, tendo disparidade entre Cretácea, Neocretácea, Mesocretácea e Cenozóica, porém a última é a que possui maior concordância, como discutido por Caputo (2011). Silva *et al.* (2015) caracterizam a formação nas proximidades da vila de Alter do Chão por arenitos, pelitos e conglomerados, bem como descrevem Mendes *et al.* (2012) nos barrancos próximos à cidade de Óbidos (PA).

Quanto a geomorfologia, as zonas de ocorrência são localizadas, em grande parte, na unidade de relevo de planície amazônica, respondendo positivamente com as pesquisas anteriores acerca da dependência do ambiente de planície para a existência do fenômeno (Figura 23).

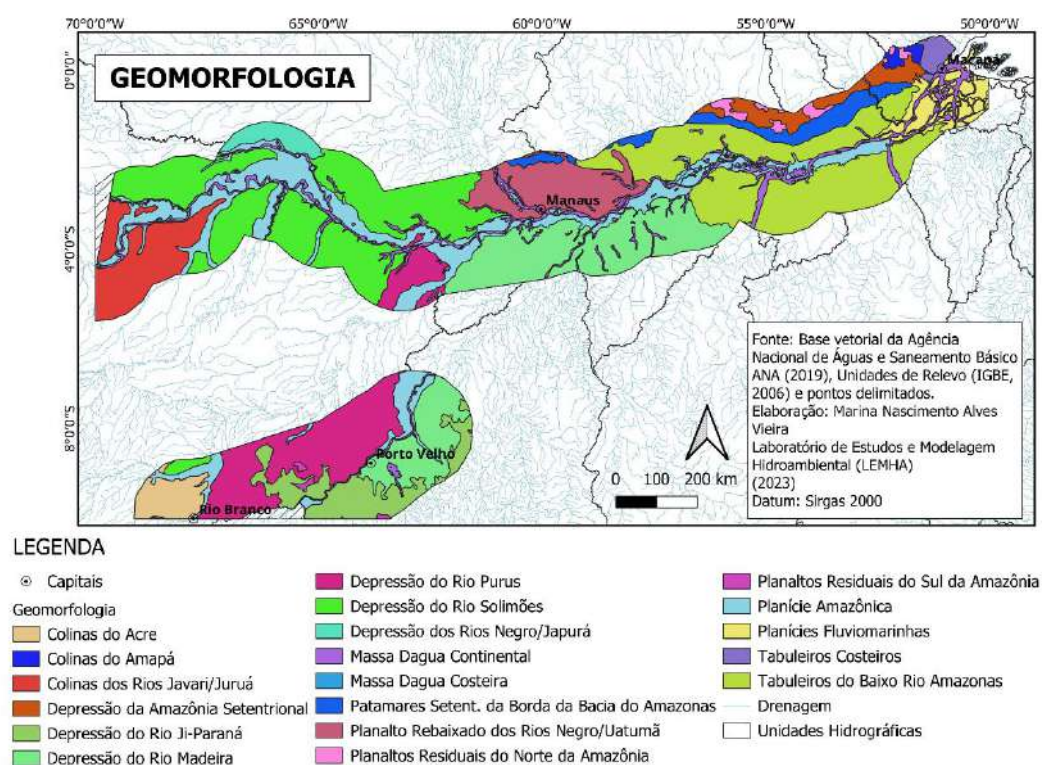
As áreas limites atravessam depressões (rios Solimões, Madeira, Purus, Ji-Paraná, Negro/Japurá e da Amazônia Setentrional), planaltos (Rebaixado dos Rios Negro/Uatumã, Residuais do Norte e do Sul da Amazônia), tabuleiros (do Baixo Amazonas e Costeiros), patamares (Setentrionais da Borda da Bacia do Amazonas), e colinas (do Acre, Amapá e dos rios Javari/Juruá).

O relevo é importante elemento, pois impacta diretamente na distribuição da população, condiciona atributos socioeconômicos, comércio, malha viária e integra uma parcela dos componentes ambientais, em conjunto com clima, vegetação, drenagem e solo (IBGE, 2006).

Considerando os elementos do ambiente físico descritos, faz-se necessário entender seu contexto socioambiental. Para tanto foram utilizados os elementos de uso da terra (ocorrências de vilas e cidades) e os fatores vinculados a segurança hídrica dos municípios envolvidos.

O Plano Nacional de Segurança Hídrica é um dos principais documentos do Estado para a promoção de infraestruturas hídricas e considera quatro dimensões que, conjuntamente, formam o Índice de Segurança Hídrica (ISH). As dimensões humana e econômica quantificam o déficit de atendimento às demandas efetivas e riscos associados, enquanto ecossistêmica e de resiliência identificam áreas críticas e vulneráveis (Figueiredo, 2020).

Figura 23- Unidades geomorfológicas.



Fonte: Autoria própria.

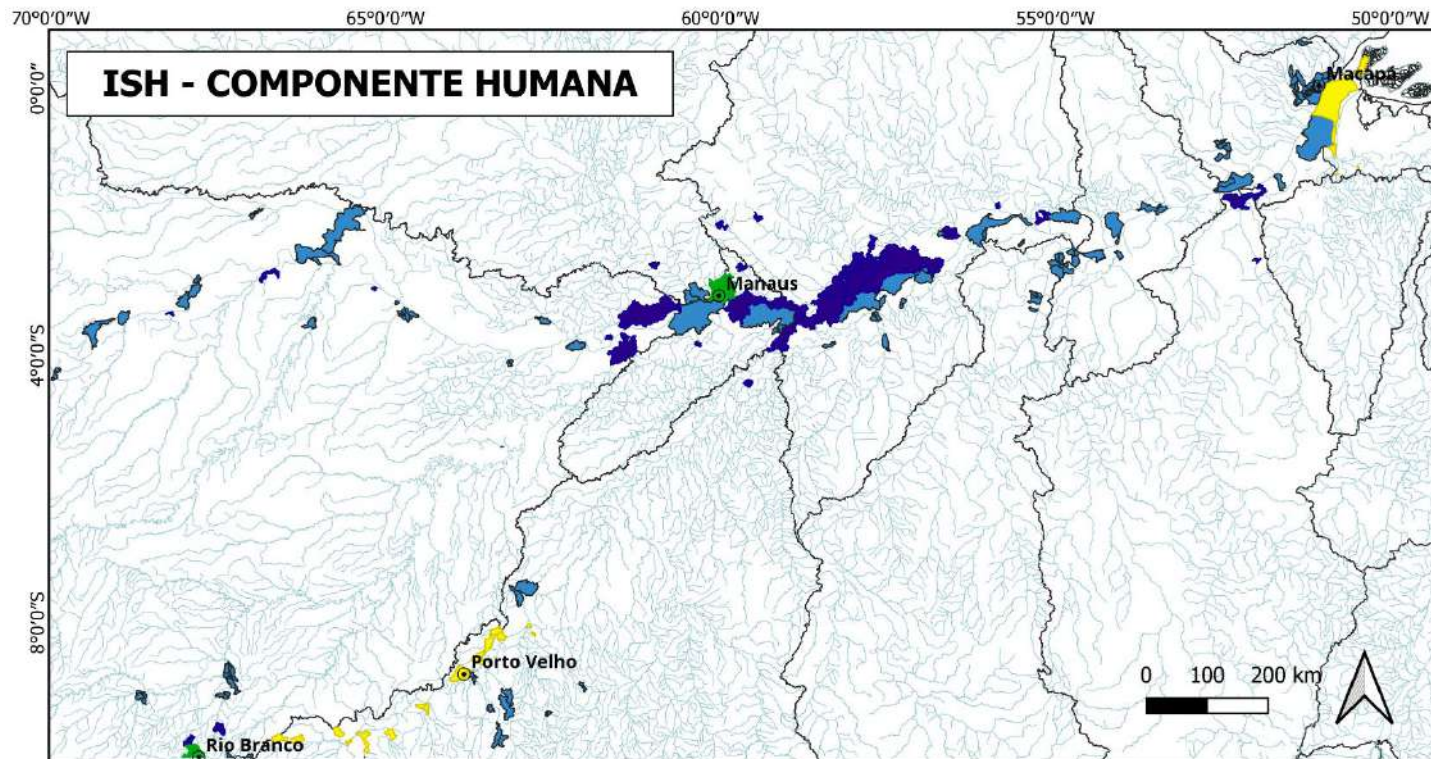
A componente humana avalia a garantia da oferta de água para o abastecimento das cidades. Em 2017, as regiões com menor segurança na área estudada foram identificadas na porção oeste do Arquipélago do Marajó e no trajeto entre Rio Branco e Porto Velho, seguidas de grau médio nas capitais do Amazonas e Acre (Figura 24).

A componente ecossistêmica aponta a vulnerabilidade de mananciais a partir da capacidade de manutenção de um estoque de água e sua exposição a riscos ambientais provenientes de fontes poluidoras. As zonas mais vulneráveis encontram-se nos centros urbanos, onde há maior densidade populacional, produção de resíduos sólidos e descarte, muitas das vezes irregular, de esgoto. Destaca-se o nível crítico da dimensão na região ocidental do Marajó (Figura 25).

A componente econômica avalia a garantia de água para os setores agropecuário e industrial. O grau médio é identificado em maior dimensão na capital amazonense e pode ser influenciado pela existência da importante Zona Franca de Manaus e sua grande concentração de indústrias. O pleno funcionamento do polo seria severamente afetado em uma possível crise hídrica, acometendo o desenvolvimento e a economia da região (Figura 26).

A dimensão da resiliência apresenta o potencial dos estoques de água e a capacidade de renovação dos mesmos através da precipitação. Apesar da região apresentar altos níveis pluviométricos, é fortemente influenciada por eventos extremos que podem tornar vulneráveis grandes áreas. Na análise de 2017, a região do Baixo Amazonas apresentou a o menor grau para a componente, variando entre baixo e mínimo (Figura 27).

Figura 24- ISH - Componente Humana.



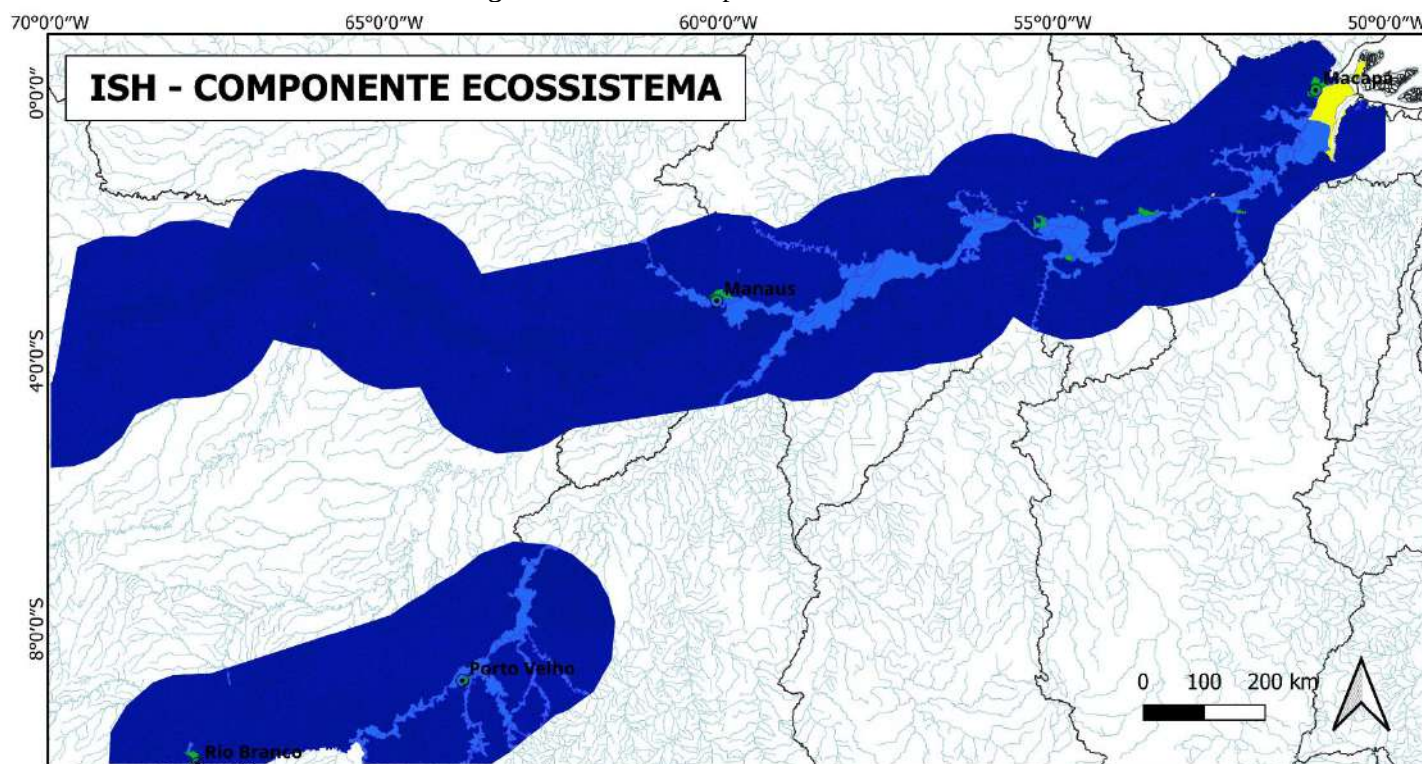
LEGENDA

Alto	■ MUNICÍPIO	●
Baixo	■ DRENAGEM	—
Máximo	■ UNIDADES HIDROGRÁFICAS	□
Médio	■	

Fonte: Base vetorial da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico ANA (2019), Índice de Segurança Hídrica - ISH (ANA, 2017) e pontos delimitados.
 Elaboração: Marina Nascimento Alves Vieira
 Laboratório de Estudos e Modelagem Hidroambiental (LEMHA)
 (2023)
 Datum: Sirgas 2000

Fonte: Autoria própria.

Figura 25- ISH - Componente Ecológica



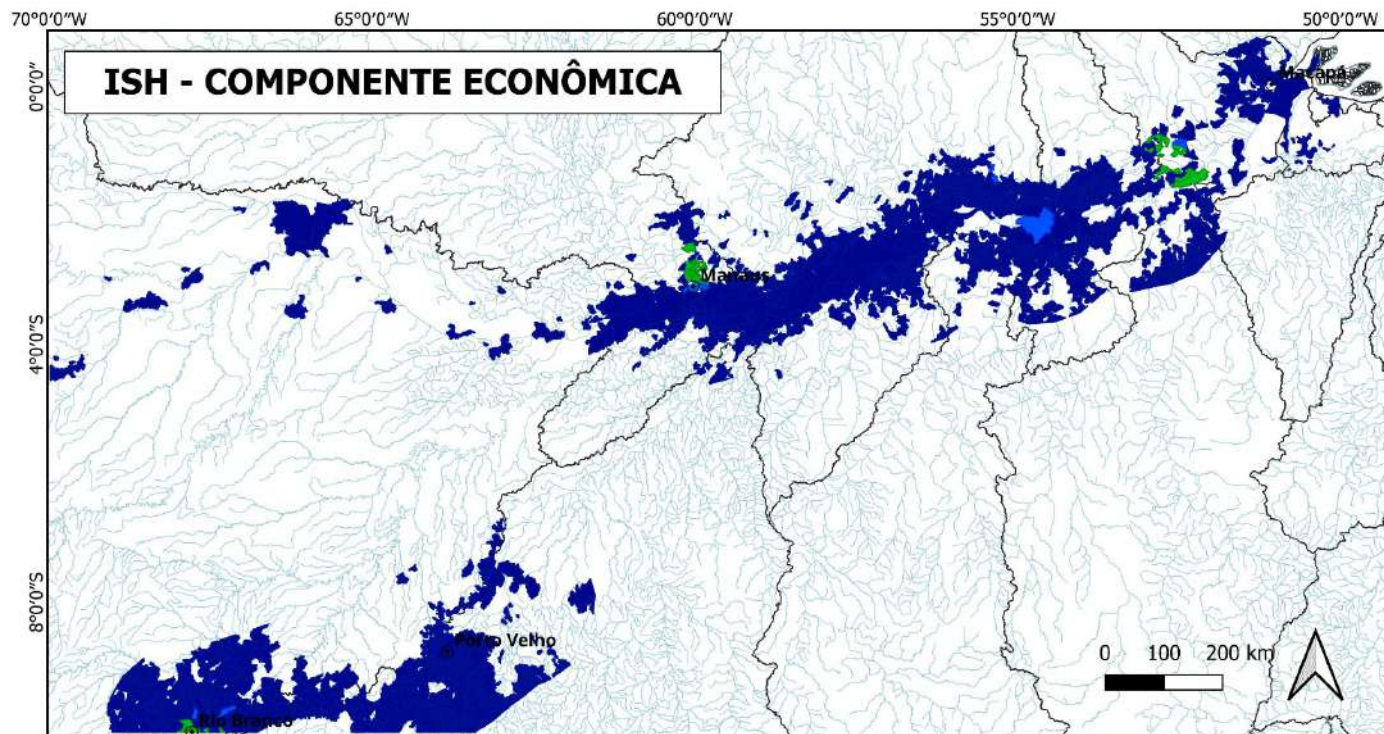
LEGENDA

Alto	■ MUNICÍPIO	●
Máximo	■ DRENAGEM	—
Médio	■ UNIDADES HIDROGRÁFICAS	□
Mínimo	■	□

Fonte: Base vetorial da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico ANA (2019), Índice de Segurança Hídrica - ISH (ANA, 2017) e pontos delimitados.
 Elaboração: Marina Nascimento Alves Vieira
 Laboratório de Estudos e Modelagem Hidroambiental (LEMHA)
 (2023)
 Datum: Sirgas 2000

Fonte: Autoria própria.

Figura 26- ISH - Componente Econômica.



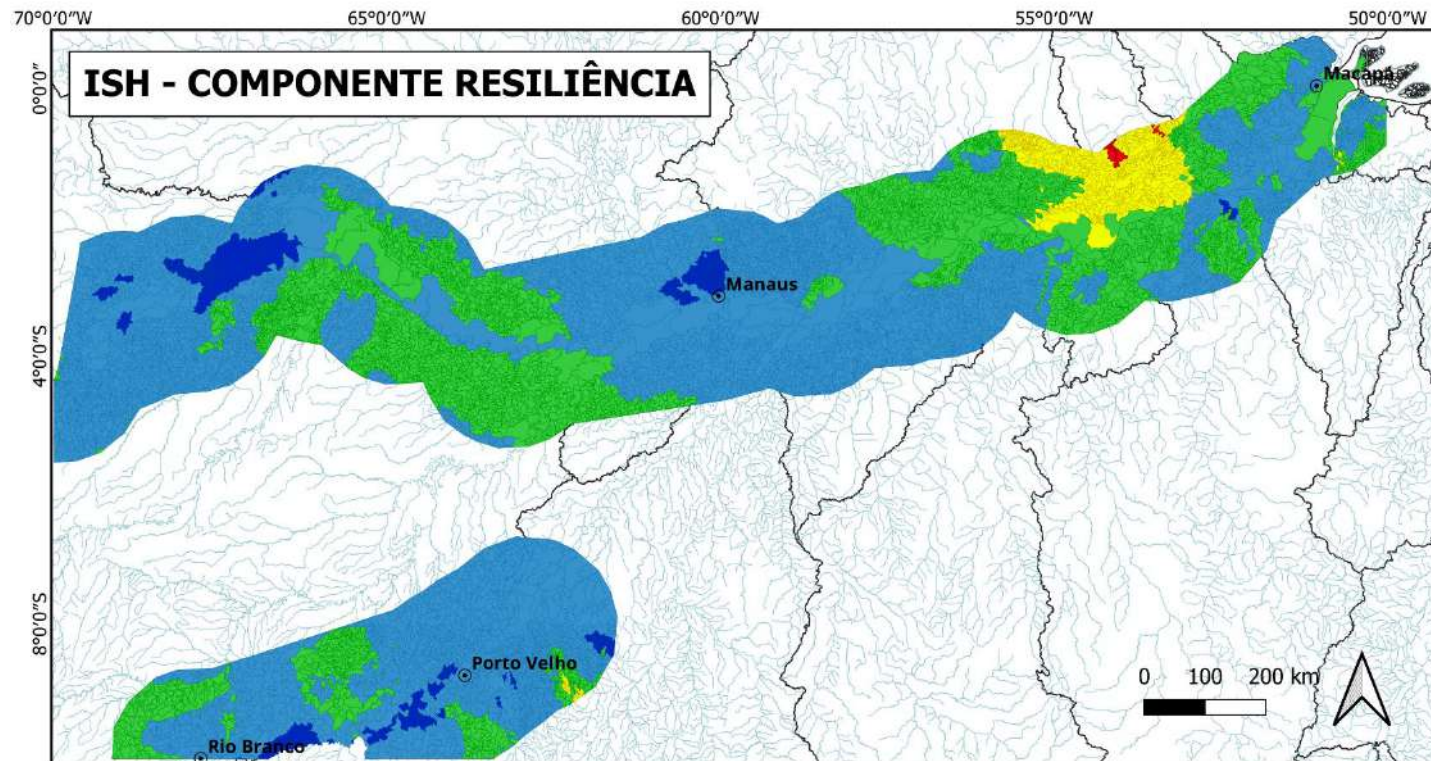
LEGENDA

Alto	■ MUNICÍPIO	●
Máximo	■ DRENAGEM	●
Médio	■ UNIDADES HIDROGRÁFICAS	●

Fonte: Base vetorial da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico ANA (2019), Índice de Segurança Hídrica - ISH (ANA, 2017) e pontos delimitados.
Elaboração: Marina Nascimento Alves Vieira
Laboratório de Estudos e Modelagem Hidroambiental (LEMHA)
(2023)
Datum: Sirgas 2000

Fonte: Autoria própria.

Figura 27- ISH - Componente Resiliência.



LEGENDA

- | | |
|--|---|
| ■ Alto | ● MUNICÍPIO |
| ■ Baixo | — DRENAGEM |
| ■ Máximo | UNIDADES HIDROGRÁFICAS |
| ■ Médio | |
| ■ Mínimo | |

Fonte: Base vetorial da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico ANA (2019), Índice de Segurança Hídrica - ISH (ANA, 2017) e pontos delimitados.
 Elaboração: Marina Nascimento Alves Vieira
 Laboratório de Estudos e Modelagem Hidroambiental (LEMHA)
 (2023)
 Datum: Sirgas 2000

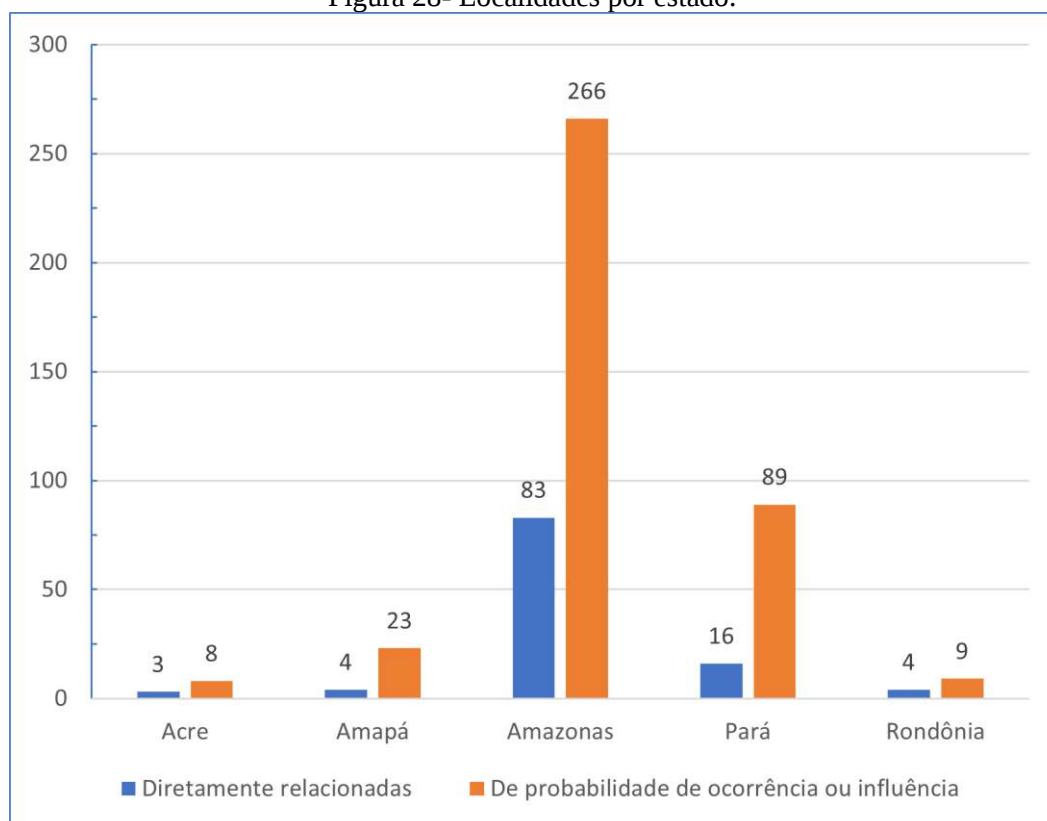
Fonte: Autoria própria.

5.3 Caracterização da zona impactada e de risco

A partir das 1408 localidades reconhecidas pelo IBGE inseridas no recorte da área limite foi realizada a estimativa de densidade de Kernel para caracterizar a distribuição ao longo da área de estudo, sobrepondo as zonas de interesse (Figuras 28 e 29).

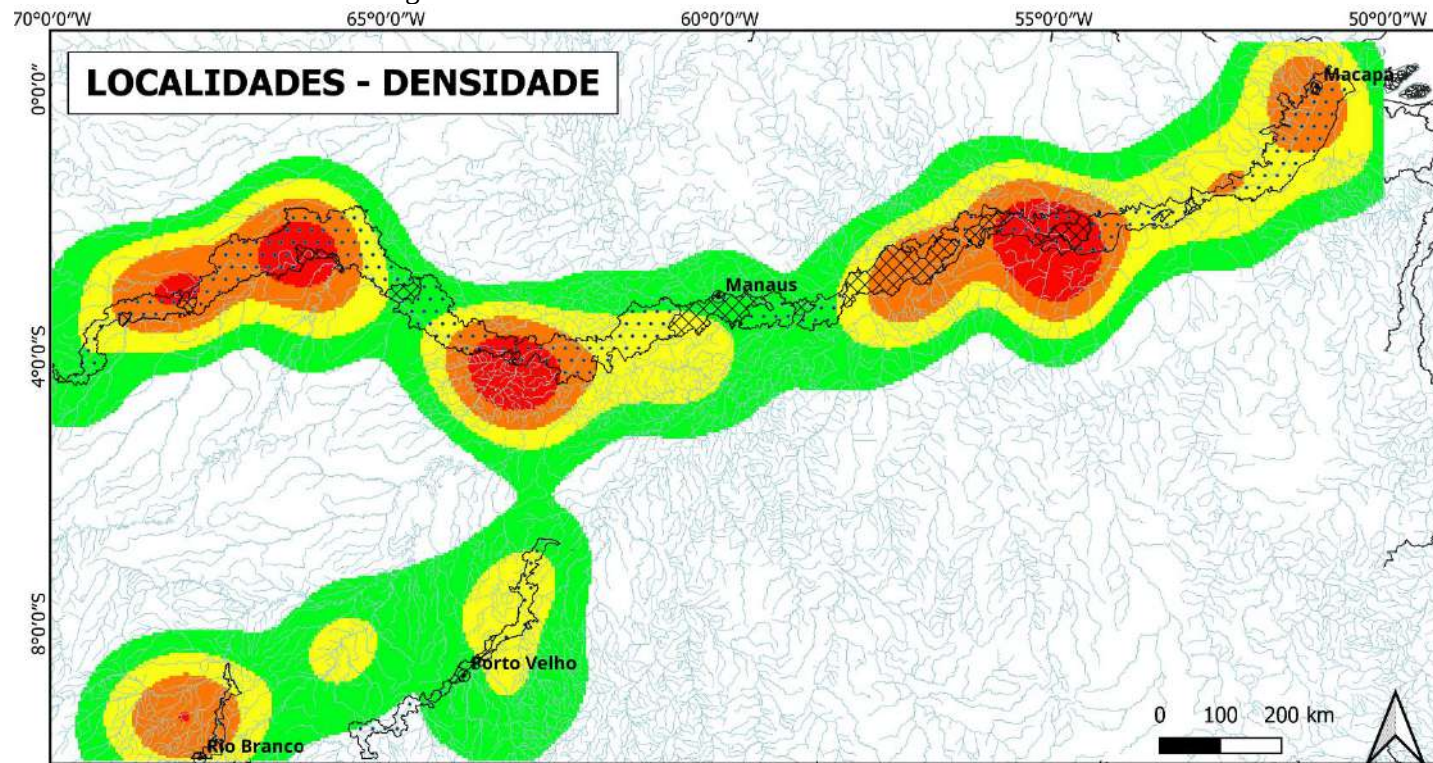
A estimativa aponta cinco regiões do maior intervalo que apontam a maior concentração de localidades, cercadas da faixa diretamente inferior. Esse conjunto das duas maiores escalas condiz com zonas diretamente relacionadas, o que representa uma grande quantidade de comunidades vulneráveis. Como mostra a Figura 29, os estados com maior densidade na área limite são Amazonas e Pará, totalizando 99 localidades na região diretamente relacionada e 355 localidades no trecho de probabilidade de ocorrência ou influência.

Figura 28- Localidades por estado.



Fonte: Autoria própria.

Figura 29- Localidades - estimativa de Densidade de Kernel.



LEGENDA

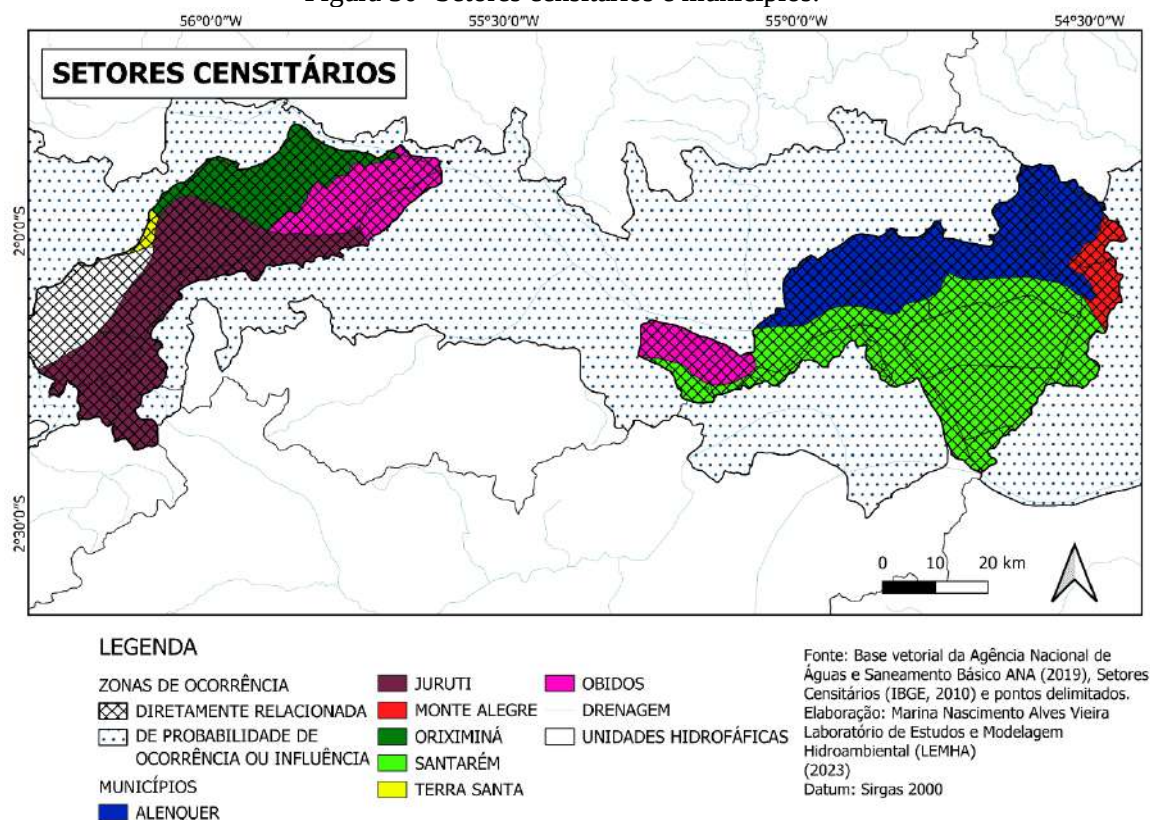
Total de localidades	⊙ Capitais
≤ 4,60	— Drenagem
4,60 - 13,87	□ Unidades hidrográficas
13,87 - 25,07	□ Zonas de ocorrência
25,07 - 38,95	▤ Diretamente afetada
> 38,9500	⋯ De probabilidade de ocorrência ou influência

Fonte: Base vetorial da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico ANA (2019), Localidades (IBGE, 2010) e pontos delimitados. Elaboração: Marina Nascimento Alves Vieira Laboratório de Estudos e Modelagem Hidroambiental (LEMHA) (2023) Datum: Sirgas 2000

Fonte: Autoria própria.

Dentro do estado do Pará foi selecionada a região com maior densidade de localidades e realizada a análise populacional baseada no Censo 2010. Os 58 setores censitários contabilizam 55.429 pessoas domiciliadas em duas regiões delimitadas em zonas diretamente afetadas e pertencem à mesorregião do Baixo Amazonas, microrregiões de Santarém e Óbidos e aos municípios de Alenquer, Santarém, Juruti, Monte Alegre, Óbidos, Oriximiná e Terra Santa, como mostra a Figura 30.

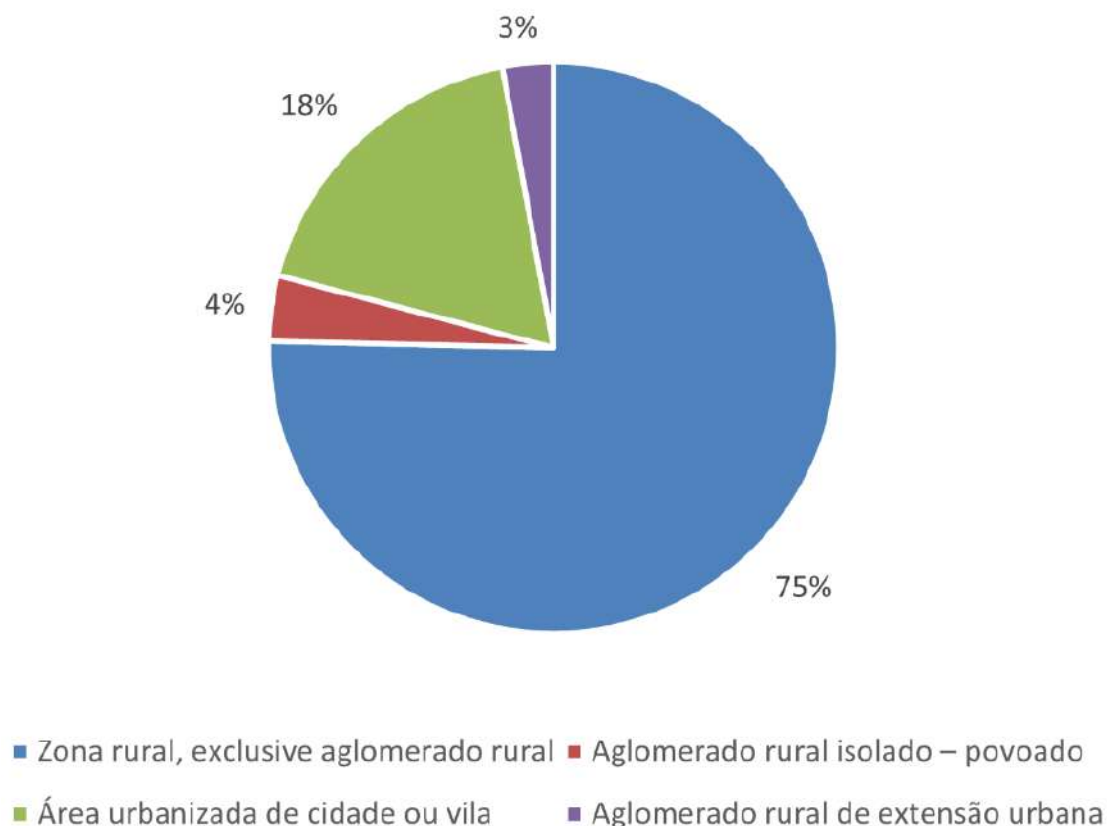
Figura 30- Setores censitários e municípios.



Fonte: Autoria própria.

Os setores censitários estão enquadrados em quatro situações distintas: zona rural (exclusive aglomerado rural), aglomerado rural isolado (povoado), área urbanizada de cidade ou vila e aglomerado rural de extensão urbana. A maior parte da população possui moradia fixada em zona rural e em área urbanizada (Figura 31).

Figura 31- Distribuição da população por situação de setor.

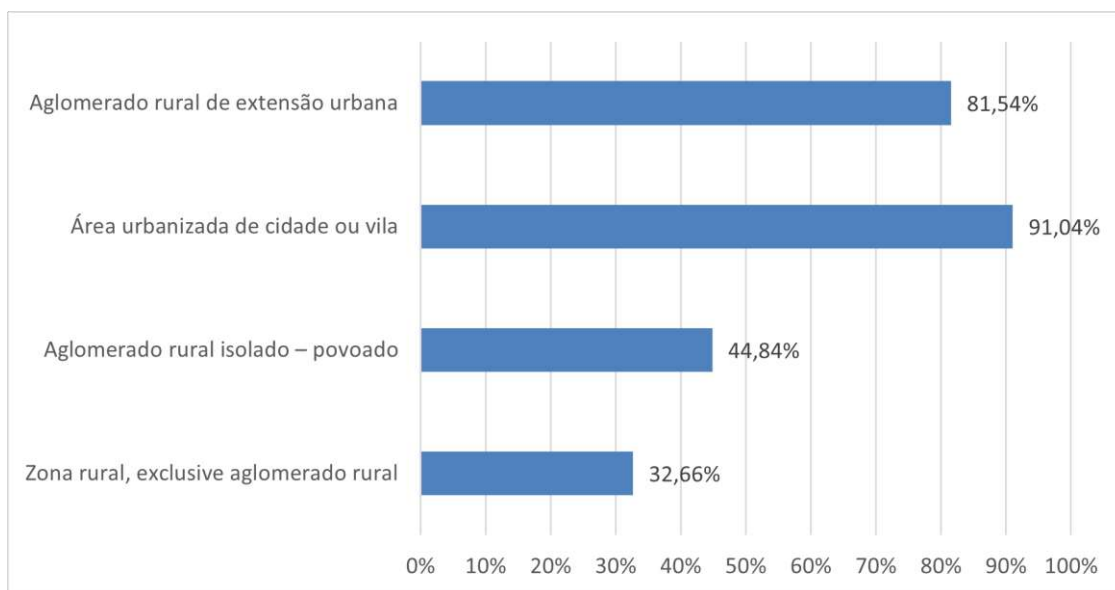


Fonte: Autoria própria.

No que concerne a renda per capita mensal da população maior de 10 anos de idade, os setores variam entre R\$44,28 a R\$652,1, tendo o valor de R\$217,09 como renda média. Para efeitos de comparação, os dados agrupados por situação de setor estão representados em % do salário mínimo vigente à época das entrevistas do Censo 2010 (R\$510,00).

Conforme apresenta a Figura 32, renda média é superior nos setores de área urbanizada de cidade ou vila e aglomerado rural de extensão urbana, estando acima de 80% do salário mínimo. Entretanto, nos povoados e zonas rurais, o rendimento médio mensal é inferior a meio salário mínimo, o que impacta diretamente na capacidade mitigação das perdas causadas pelo fenômeno e prevenção. Quanto menor o rendimento, menor a capacidade de lidar com os impactos causados pela ocorrência ou risco de movimentos de massa e maior a dependência de medidas governamentais eficazes.

Figura 32- Rendimento médio mensal.

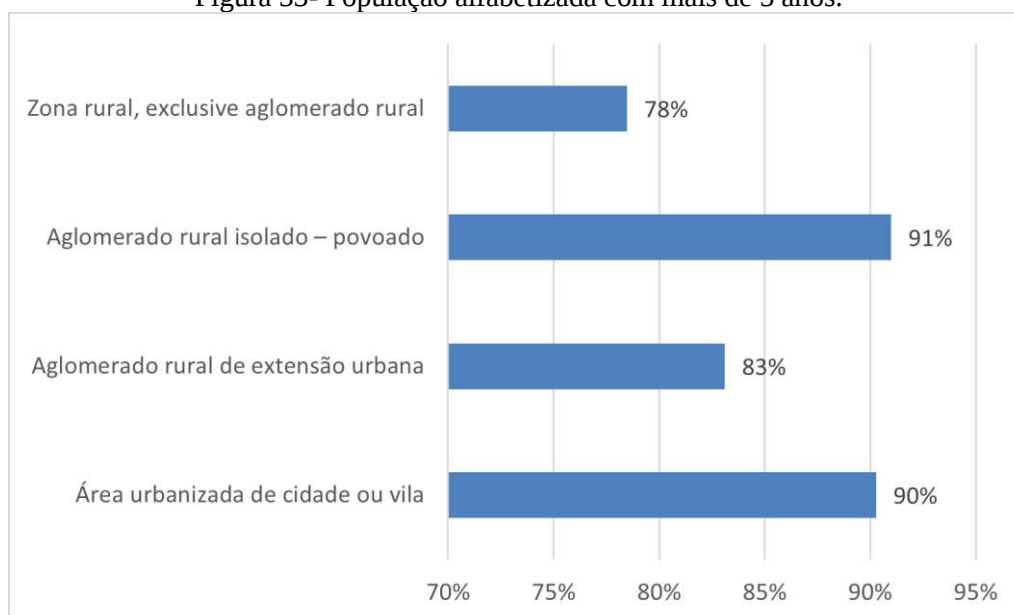


Fonte: Autoria própria.

A região apresenta índice de alfabetização satisfatório a partir de 5 anos, com 81,25% da população alfabetizada. A Figura 33 expõe graficamente a porcentagem da população capaz de ler e escrever um bilhete simples em um idioma que conhecesse. O setor com maior taxa de alfabetização é o de povoados (91%) e menor nas zonas rurais (78%).

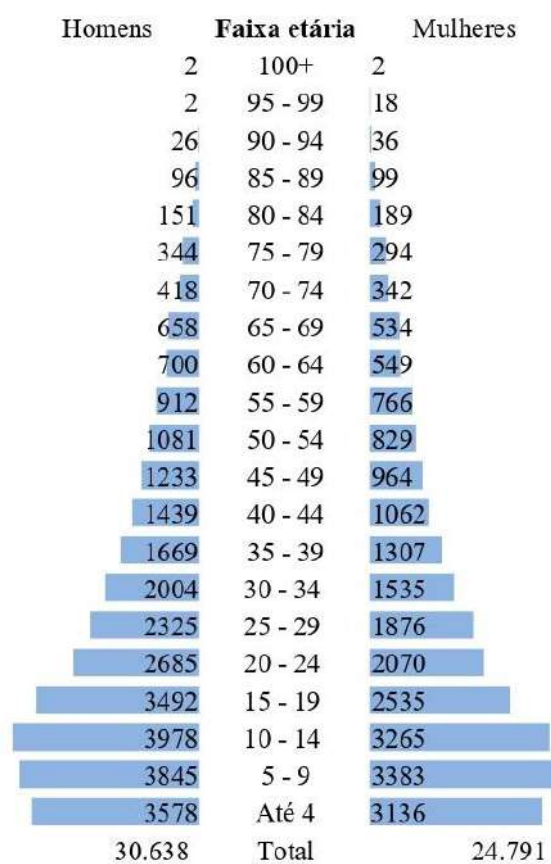
A pirâmide etária apresenta uma base larga e topo estreito, demonstrando ser uma população jovem, com reduzido percentual de idosos acima de 60 anos (8,05%). É uma pirâmide comum em regiões subdesenvolvidas, com elevada taxa de natalidade e baixa expectativa de vida, e aponta para a necessidade de políticas públicas pautadas na melhoria da qualidade de vida (Figura 34).

Figura 33- População alfabetizada com mais de 5 anos.



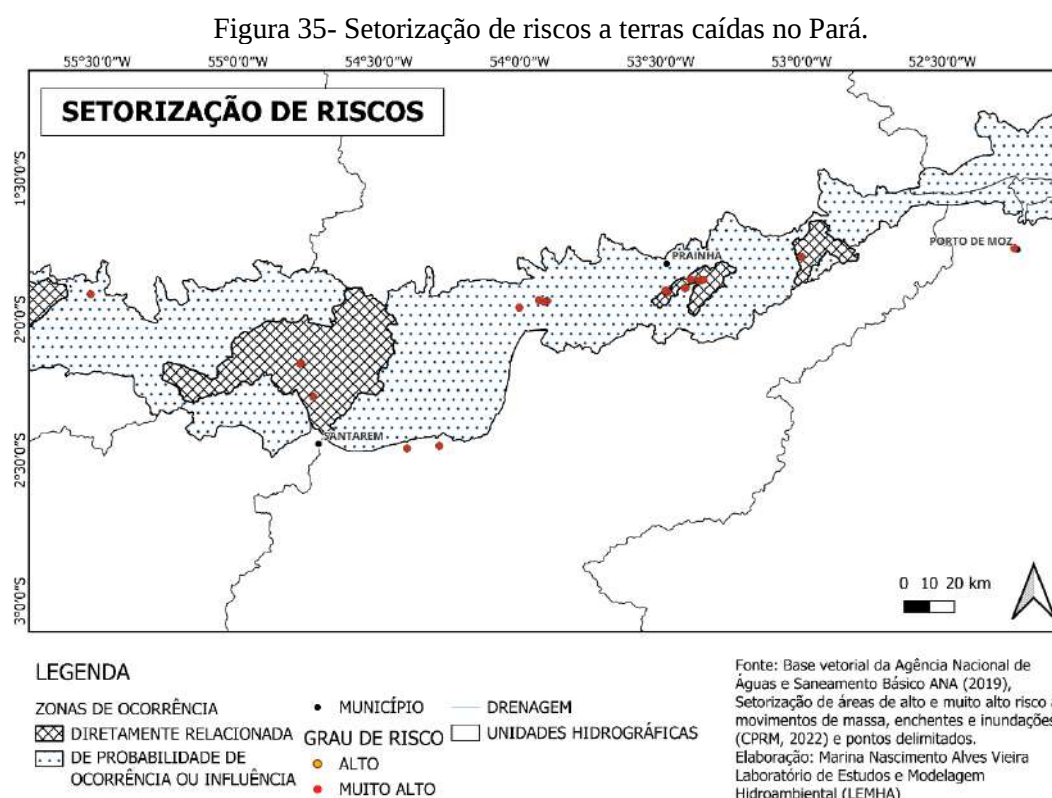
Fonte: Autoria própria.

Figura 34- Pirâmide etária.



Fonte: Autoria própria.

A setorização de riscos do CPRM resultou na catalogação de 19 áreas de alto e muito alto risco associado a terras caídas nos municípios abrangidos pela área limite no estado do Pará. Os municípios de Santarém, Óbidos, Monte Alegre, Prainha e Porto de Moz somaram 2.552 pessoas domiciliadas em ambiente de risco eminente em zonas ruais e urbanas (Figura 35).



Fonte: Autoria própria.

Do total de habitantes contabilizado nas setorizações realizadas no período de 2012 a 2021 pelo Serviço Geológico, 49,10% encontram-se nas zonas diretamente relacionadas, sendo 39,34% em alto e 9,76% em muito alto risco. Nas zonas de probabilidade de ocorrência ou influência vive 31,47% da população, sendo 10,03% em alto e 21,43% em muito alto risco. 19,44% das pessoas afetadas habitam fora das zonas delimitadas, porém dentro da área limite desta pesquisa. A tabela 1 sintetiza a distribuição da população por área e grau de risco, em porcentagem.

Tabela 1- Distribuição da população por área e grau de risco, em porcentagem.

Zona	Grau de risco	% pop.
Diretamente relacionada	Alto	39,34%
	Muito alto	9,76%
De probabilidade de ocorrência ou influência	Alto	10,03%
	Muito alto	21,43%
Área limite	Alto	15,99%
	Muito alto	3,45%

Fonte: Autoria própria.

5.4 Ambiente de áreas instáveis e sua dinâmica

Considerando a necessidade de reconhecer pontos específicos do fenômeno em consenso e discordância entre as narrativas dos pesquisadores do tema, onde o reconhecimento de áreas diretamente afetadas e sua quantificação permitem subsidiar ações junto à população afetada; foi observado pelos resultados obtidos que independentemente do aspecto conceitual do processo, existe a real urgência de se observar o processo pelo seu impacto socioambiental, já observado pela instalação de condições de insegurança hídrica, mesmo em uma bacia hidrográfica como a do Amazonas. Silva e Noda (2016) na avaliação da dinâmica entre as águas e terras na Amazônia e seus efeitos sobre as várzeas, descrevem que:

Os processos de ocupação nas férteis áreas de várzeas ocasionaram uma crescente demanda por madeira, resultando em uma acelerada destruição das florestas de várzea. Hoje, as florestas inundáveis estão entre os tipos de florestas mais ameaçadas do mundo. A pressão humana nessas áreas está aumentando, devido à contínua exploração da madeira, a agricultura, a formação de pastagem, habitações e a construção de infraestruturas, como as construções de reservatórios, diques, estação de captação de água ... As cultivadoras entendem a lentidão da vazante como reflexo da sazonalidade e das mudanças climáticas e essas como sendo consequência dos desmatamentos (Silva; Noda, 2016 p. 383).

Desta forma, as áreas onde ocorrem os processos mais intensos de erosão fluvial e localmente de terras caídas além da variação sazonal do sistema hidrológico da região, tem efeitos significativos das formas de uso e ocupação da terra, por formas de subsistência ou mais intensivas. A perda de bens, vai além do efeito tradicional das águas

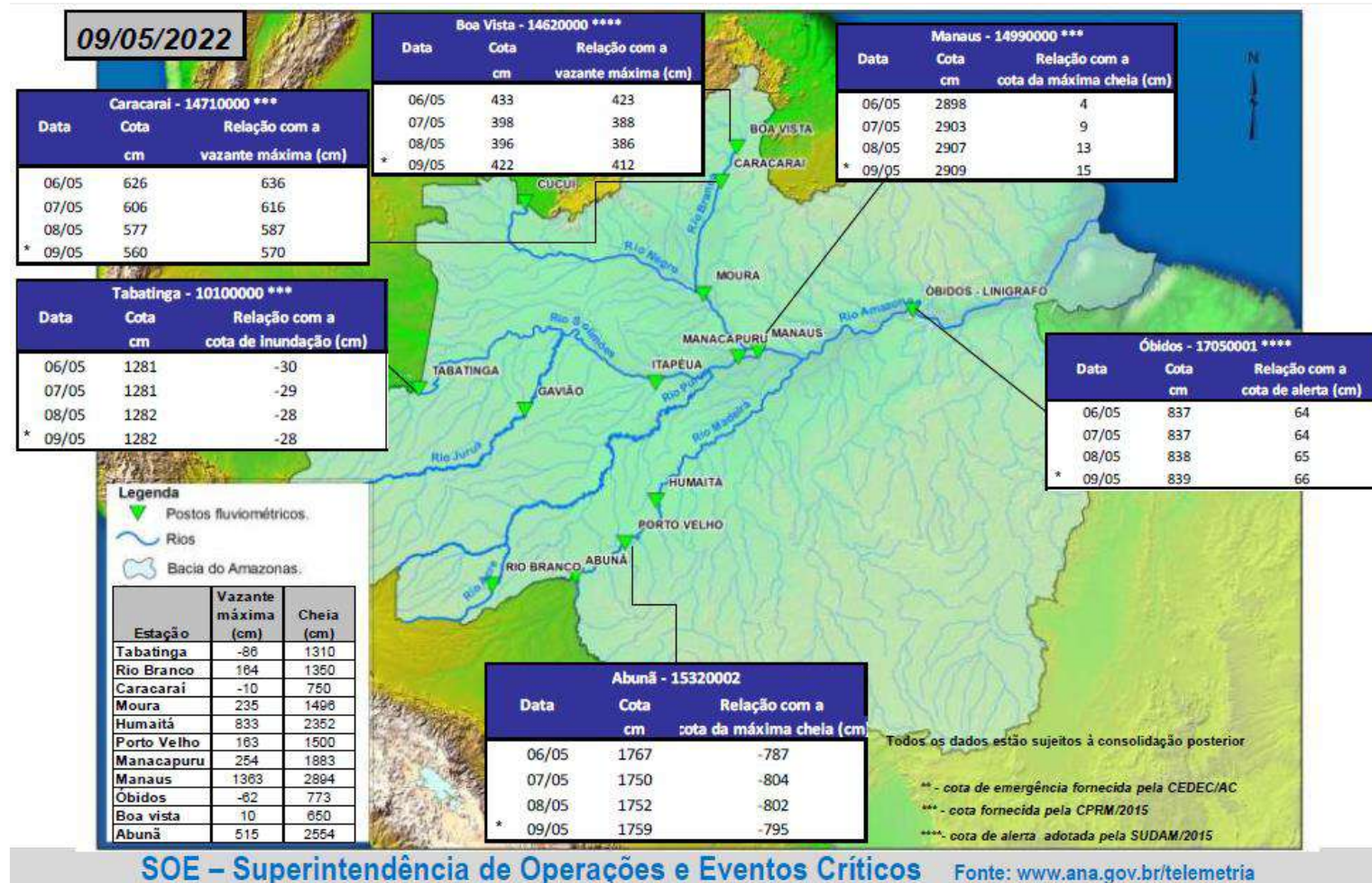
na região, com a adaptação a sazonalidade das cheias (Anderson e Pinheiro, 2022). Neste caso, tem-se efetivamente a condição de risco instalada, com o total ou parcial comprometimento dos imóveis marginais aos rios:

O modo tradicional de construção de casas na várzea é resultado de experimentos e processos de adequação às características do ambiente, que observa as peculiaridades das variações sazonais com períodos de cheia e de seca dos rios; do tipo de solo onde a destruição dos terrenos no fenômeno conhecido como terra caída obriga os moradores a desfazer suas casas e reconstruir em outros locais. Os materiais utilizados, de curta duração e de fácil reposição, são adequados para enfrentar os fenômenos ambientais como a terra caída e as grandes inundações que estão associadas a perdas materiais (Alencar; Sousa, 2016 p. 228).

A bacia hidrográfica do rio Amazonas drena uma área superior a $6,5 \times 10^6 \text{ km}^2$, com uma vazão média na foz de cerca de $209.000 \text{ m}^3/\text{s}$; a estação de medição da cidade de Óbidos, tem uma descarga de sedimentos estimada em 600-1200 Mt/ano, traduzindo uma forte contribuição das sub-bacias hidrográficas do Madeira (48%) e do Solimões (50%) (Espinoza-Villar *et al.*, 2018). A Figura 36 ilustra o monitoramento de alerta da mesma, efetuado pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Tal ação é de fundamental relevância para dar suporte as comunidades marginais dos rios, dos limites críticos que podem ocasionar uma situação de risco. Bufalini *et al.* (2023) destacam fatores a serem observados em conjunto com o monitoramento hidrológico, em áreas vulneráveis à ocorrência de erosões fluviais: (i) atividade agropecuária e/ou extrativista vinculada a intensa erosão e às vezes deslizamentos de terra; e (ii) as modificações morfológicas dos leitos dos rios (estreitamento, retificação, realização de obras nas margens).

A condicionante efeito das marés deve ser observada onde esta atua, pois cria uma amplitude ao efeito já esperado das cheias sazonais (Isla; Cortizo, 2014). Assim, os elementos hidrológicos e geológicos associados constituem fatores significativos para explicar as diferenças espaciais dos processos erosivos em ambientes fluviais (Moreira-Turcq *et al.*, 2018), diferenciando os associados às erosões fluviais convencionais daqueles ligados às terras caídas.

Figura 36- Boletim de Alerta do rio Amazonas emitido pela ANA.



Fonte: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2022).

As características morfológicas que traduzem a maior erosão estão normalmente orientadas ao longo da região de velocidade máxima; a deposição de sedimentos dentro da zona de redução de velocidade de fluxo; e a formação de barras arenosas dentro de possíveis zonas de separação de fluxo, no meio do canal ou de discordância de leito (ou seja, um leito tributário é mais profundo que o outro) (Gualtieri *et al.*, 2018; Ianniruberto *et al.*, 2018).

Os fatores topográficos e de escoamento superficial das águas mostraram-se fundamentais de compreensão e análise para a correta identificação das trocas de erosão e deposição ao longo do leito dos rios (Davy, 2009); assim, faz-se necessário estabelecer as causas da erosão e sedimentação (Umar *et al.*, 2015), visando a compreensão da condição de equilíbrio do sistema fluvial. Fator este, necessário para controlar o aumento da condição de vulnerabilidade pela fixação de comunidades em áreas instáveis. Na classificação de Kienholz *et al.* (1984), tais condições são descritas como: (i) Estável - pouca mudança, capaz de sustentar o uso/atividade atual, capaz de retornar ao equilíbrio depois de ter sido perturbado; (ii) Condicionalmente instável - sujeito a mudanças irreversíveis e a perturbações; (iii) Instável - facilmente perturbado, incapaz de retornar ao equilíbrio após perturbação sem entrada, recuperação, onde a condição de equilíbrio dentro de uma geração (20 anos), não pode ser atendida.

Queiroz e Alves (2021) e Queiroz e Carvalho (2021) discutem essa abordagem integrada, destacando o potencial das cheias sazonais associadas a períodos de chuvas intensos, favorecerem a ocorrência de terras caídas, principalmente nas áreas onde houve intensificação dos efeitos de uso da terra, com a remoção da vegetação marginal aos rios. Desta forma, são apontados como elementos necessários de controle por parte dos poder público local nas áreas marginais de rios com potencial erosivo e localmente na condição de terras caídas (Aedasong *et al.*, 2019): zoneamento das formas de uso da terra; regramentos tais como, a determinação do tamanho da terra que pode ser usado para a agricultura e pastagem; a criação de animais (principalmente gado) não deve permitir que estes pastem nas margens dos rios; as madeireiras devem ser fiscalizadas, pois estas áreas devem ser mantidas na qualidade de áreas protegidas (áreas de preservação permanente); e principalmente a educação da população local sobre a importância destas áreas e de sua conservação com adequado aproveitamento econômico, sem comprometimento de sua estabilidade.

A planície fluvial da bacia Amazônica constitui um ambiente de terras baixas impactado por eventos de inundação e intensa carga de sedimentos; estas últimas quando associadas as mudanças hidrológicas induzem que rios com altas cargas de sedimentos experimentem taxas anuais de migração maiores do que os rios com cargas de sedimentos mais baixas, ressaltando a importância das escalas temporais e espaciais para o estudo da dinâmica fluvial da bacia, uma vez que a dimensão das áreas de várzea na Amazônia não é constante ao longo do tempo e podem ser fortemente influenciadas por diversos fatores, reforçando a necessidade de se entender como as mudanças climáticas e os processos geomorfológicos podem interferir nestes ambientes (Quintana-Cobo *et al.*, 2018). De forma complementar, citam-se a necessidade de ampliação de estudos específicos voltados à compreensão do complexo sistema amazônico, onde os arranjos das formas de uso da terra devem se adequar a um zoneamento hídrico do território, pois este é um condicionante, tanto pelo efeito da variação de nível das águas, quanto pelas questões geológico-topográficas naturais que se tornam fatores limitantes.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa apontou o impacto do fenômeno de terras caídas nas comunidades amazônicas que gera apreensão, perda de bens, terras e vidas. A região apresenta características específicas para a ocorrência de erosão fluvial associada a movimentos de massas, muitas das vezes de grandes proporções.

A difusão do tema ainda é tímida, realizada principalmente através de artigos de periódicos e anais de eventos científicos. As revistas publicadas possuem grau de impacto de todos os níveis, com predominância do estrato A na nova classificação do quadriênio 2017 – 2020. Em comparação com a classificação anterior, 73% das pesquisas foram beneficiadas com o aumento da avaliação de Qualis Periódico. O pico de publicações ocorreu no ano de 2019 teve crescimento reduzido no período de pico da pandemia de Covid-19. As metodologias mais aplicadas foram revisão bibliográfica, observações in loco, entrevistas e questionários e geoprocessamento.

As ocorrências catalogadas estão distribuídas ao longo das margens do Amazonas e nos rios Acre e Madeira, próximo das capitais. A aplicação de metodologias que necessitem visitas em campo são mais frequentes nas proximidades de grandes centros urbanos, como Manaus e Santarém, dada a complexidade da logística necessária para exploração das áreas distantes.

As zonas de ocorrência estão localizadas ao longo de dez unidades hidrográficas, sendo a maior delas a do Solimões. As duas zonas diretamente afetadas de maior área encontram-se na confluência das unidades Solimões, Madeirinha e Negro e no médio curso do Amazonas. Na geologia e geomorfologia da região predominam depósitos aluvionares e planície amazônica, compatível com o descrito em pesquisas anteriores. O Índice de Segurança Hídrica aponta a parte ocidental do Arquipélago do Marajó e Manaus com maior vulnerabilidade.

Na área limite há 1408 localidades catalogadas pelo IBGE com quatro áreas de maior densidade, com destaque para 349 somente no estado do Amazonas. A partir do recorte da região de maior densidade no estado do Para, foram contabilizadas 55.429 pessoas domiciliadas em 58 setores censitários contidos na zona diretamente afetada. A população está distribuída majoritariamente em zonas rurais e possui rendimento médio mensal inferior a meio salário mínimo. O índice de alfabetização de pessoas de cinco anos

ou mais é 81,25, inferior ao índice do Brasil. A população é jovem e tem um percentual baixo de idosos (8,05%) e é composta por 55,27% de homens e 44,73% de mulheres.

A setorização de riscos do CPRM mapeou 19 áreas compatíveis com terras caídas em alto e muito alto risco nos municípios paraenses de Santarém, Óbidos, Monte Alegre, Prainha e Porto de Moz. Na região foram totalizados 2.552 habitantes, 49,10% nas zonas diretamente afetadas e 31,47% nas zonas de probabilidade de ocorrência ou influência.

A partir desse resultado é possível concluir que a metodologia aplicada apresenta resultado satisfatório na delimitação das áreas impactadas e é propícia para a identificação de zonas de interesse em futuras pesquisas do tema.

Com o perfil socioeconômico da amostra é notável que a população tem índices inferiores à média brasileira, aumentando ainda mais a vulnerabilidade social e reduzindo a capacidade de resposta mediante a problemas de alto impacto, como os movimentos de massa de grande porte e abruptos e consequente perdas de bens.

A aplicação de políticas públicas eficazes para prevenção de riscos e mitigação para evitar a ampliação de danos já existentes é de suma importância e deve ser tratada com prioridade pela gestão em todos os níveis hierárquicos competentes.

Para pesquisas futuras recomenda-se:

- a) Avaliar a influência de terras caídas na expansão urbana
- b) Investigar os parâmetros físicos em perfis suscetíveis
- c) Debater a eficácia de soluções geotécnicas para redução de danos causados pelo fenômeno.

REFERÊNCIAS

- AEDASONG, Ainee; ROONGTAWANREONGSRI, Saowalak; HAJISAMAE, Sukree; JAMES, David. Ecosystem services of a wetland in the politically unstable Southernmost Provinces of Thailand. **Tropical Conservation Science**, v. 12, n. 1, p. 1-14, 2019. <https://doi.org/10.1177/1940082919871827>.
- ALENCAR, Edna F.; SOUSA, Isabel S.; GONCALVES, Ana Claudia. Modos de interação com o ambiente e estratégias de subsistência dos moradores da várzea do rio Japurá (AM). **Fragmentos de Cultura**, v. 24 n. 2, p. 303-317, 2014.
- ALENCAR, Edna F.; SOUSA, Isabel Soares. Tradição e mudanças no modo de viver e habitar a várzea do médio rio Solimões, AM. **Iluminuras**, v. 17, n. 41, p. 203-232, 2016.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. **Boletim de alerta do rio Amazonas**. 2022. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/telemetria>. Acesso em: 09 de maio de 2022.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. **Plano nacional de segurança hídrica**. Brasília, DF: ANA, 2019.
- ANDERSON, Liana Oighenstein; PINHEIRO, Raimunda Lucineide Gonçalves. Impacto das cheias na estrutura física das escolas da várzea de Santarém. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v. 13, n. 3, p. 294-313, 2022. <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2022.003.0024>.
- ANTUNES, Josemar. Bombeiros resgatam corpo de menino de 12 anos no Careiro da Várzea. **Portal A Crítica**, Careiro da Várzea, 02/10/2020. Disponível em www.acritica.com/channels/hoje/news/bombeiros-resgatam-corpo-de-menino-de-12-anos-no-careiro-da-varzea.
- AZEVEDO FILHO, João D’Anuzio Menezes de; CARVALHO, Rafael dos Anjos; GLÓRIA, Sidney Araújo. Terras caídas e consequências ambientais: um estudo na encosta fluvial no bairro Santa Clara em Parintins (AM). **Marupiará - Revista Científica do CESP/UEA**, n. 4, p. 18 - 46, 2019.
- BANDEIRA, Íris Celeste do Nascimento; ADAMY, Amilcar; ANDRETTA, Elton Rodrigo; COSTA DA CONCEIÇÃO, Raimundo Almir; ANDRADE, Milena Marília Nogueira. Terras caídas: Fluvial erosion or distinct phenomenon in the Amazon?. **Environmental Earth Sciences**, v. 77, p. 1-16, 2018.
- BANDEIRA, Íris Celeste do Nascimento; SIMÕES, Patrícia Mara Lage; MELO JUNIOR, Homero Reis. Caracterização geológico-geotécnica dos sedimentos marginais e sua relação com suscetibilidade à erosão fluvial (terras caídas) da comunidade de São Braz, município de Porto de Moz-PA. **Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental**, n. 1 e 2, p. 19-25, 2019.

BANDEIRA, Íris Celeste do Nascimento; TEIXEIRA, Sheila Gatinho. Determinação indireta da erodibilidade do talude marginal da comunidade Fátima de Urucurituba, Município de Santarém, Pará, Brasil e sua relação com suscetibilidade à erosão fluvial. **Informe Técnico-Científico de Prevenção de Desastres e Ordenamento Territorial**, v. 1, n. 1, p. 17-25, 2020.

BARTOLI, Estevan; MARQUES, Rildo Oliveira. Morfologia e geomorfologia urbana: sistemas territoriais e as margens fluviais em Parintins (AM). **Geografia e Pesquisa**, v. 13, n. 2, 2019.

BELTER, Christopher W. Bibliometric indicators: opportunities and limits. **Journal of the Medical Library Association**, v. 103, n. 4, p. 219, 2015.

BESSA, Juliana. Pedaco de terra se desprende e vira “ilha flutuante” do tamanho de campo de futebol no rio Amazonas e assusta moradores do Marajó. **G1 Pará**, 26/04/2022. Disponível em <https://g1.globo.com/pa/para/noticia/2022/04/26/pedaco-de-terra-do-tamanho-de-campo-de-futebol-se-desprende-das-margens-do-rio-amazonas-e-assusta-moradores-do-marajo.ghtml>.

BRASIL. **Lei n. 12.608, de 10 de abril de 2012**. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres; altera as Leis nºs 12.340, de 1º de dezembro de 2010, 10.257, de 10 de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras providências.

BROFMAN, Paulo Roberto. A importância das publicações científicas. **Revista Telfract**, v. 1, n. 1, p. 419-421, 2018.

BUFALINI, Margherita; ARINGOLI, Domenic; BENDIA, Fabrizio; FARABOLLINI, Piero; GENTILUCCI, Matteo; LAMPA, Francesco; MARTINELLO, Chiara; MATERAZZI, Marco; PAMBIANCHI, Gilberto The Role of Wastewater in Controlling Fluvial Erosion Processes on Clayey Bedrock. **Land**, v. 12, n. 227, p. 1-17, 2023. <https://doi.org/10.3390/land12010227>.

CAMPOS, José Nilson Bezerra. Qualis periódicos: conceitos e práticas nas engenharias I. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, v. 7, n. 14, 2010. DOI: 10.21713/2358-2332.2010.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR-CAPES. **Qualis**. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/assuntos/noticias/capes-aprova-a-nova-classificacao-do-qualis>. Acesso em: 15 de abril de 2023.

CAPUTO, Mario Vicente. Discussão sobre a Formação Alter do Chão e o Alto de Monte Alegre. In: NASCIMENTO, Rielva Solimairy Campelo do; HORBE, Adriana Maria Coimbra; ALMEIDA, Carolina Michelin de. (org.) **Contribuições à geologia da Amazônia**. Manaus: SBG/Núcleo Norte, v. 7, p. 7-23, 2011.

CARVALHO, José Alberto Lima de; IGREJA, Hailton Luiz Siqueira da; CUNHA, Sandra Baptista da; CARNEIRO, Deize de Souza. Episódio de terras caídas no rio Amazonas: caso Costa da Águia, Parintins - AM. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 18, Campo Grande. **Anais[...]**. ABRH: Campo Grande, MS, 2009.

CARVALHO, José Alberto Lima. **Terras caídas e consequências sociais**: Costa do Miracauera - Paraná da Trindade, Município de Itacoatiara - AM, Brasil. 2006. 141f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2006.

CARVALHO, José Alberto Lima; CUNHA, Sandra Baptista da. Terras Caídas e Consequências Sociais na Costa do Miracauera, Município de Itacoatiara-Amazonas, Brasil. **Revista Geográfica de América Central**, v. 2, p. 1-16, 2011.

CARVALHO, Marcos William Magalhães Leiras de; OLIVEIRA, Breno de Almeida Santos; SILVA, Jaider Xavier da. Escorregamento de solo: uso de gramíneas para a proteção de taludes. **Revista Obras Civis**, n. 7, p. 30-35, 2015.

CAVALCANTE, Luciana. Ilha flutuante desprendida da Ilha de Marajó é removida de rio após 3 dias. **UOL Notícias**, 30/04/2022. Disponível em <https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2022/04/30/pa-faixa-de-terra-do-tamanho-de-campo-de-futebol-se-solta-e-flutua-em-rio.htm>.

CEPED. **Atlas brasileiro de desastres naturais**: 1991 a 2012. 2. ed. rev. ampl. Volume Pará - Florianópolis: Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres - CEPED/UFSC, 2013.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Geomorfologia**. São Paulo: Blucher, 1980.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Geomorfologia fluvial**: o canal fluvial. São Paulo: Edgard Blucher, 1981.

CIDADES - IPT. **Mapeamento de riscos em encostas e margem de rios**. Brasília, DF: Ministério das Cidades e Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, 2007.

DAVY, Dimitri Lague Philippe. Fluvial erosion/transport equation of landscape evolution models revisited. **Journal of Geophysical Research: Earth Surface**, v. 114 (F3), p. F03007, 2009. 10.1029/2008JF001146.

DUARTE, Miqueias Lima *et al.* Vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas no município de Humaitá, Amazonas, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, v. 11, p. 402-413, 2016.

ESPINOZA-VILLAR, Raul; MARTINEZ, Jean-Michel; ARMIJOS, Elisa *et al.* Spatio-temporal monitoring of suspended sediments in the Solimões River (2000–2014). **Comptes Rendus Geoscience**, v. 350, n 1-2, p. 4-12, 2018.

FELIX, Victoria Lopes; LAZZARIN, Fabiana Aparecida; AUTRAN, Marynice de Medeiros Matos. Estudo longitudinal sobre o processo de avaliação dos critérios Qualis-Capes periódicos e seus impactos no estabelecimento dos novos parâmetros 2020. **Ciência da Informação**, v. 51, n. 1, 2022. DOI: <https://doi.org/10.18225/ci.inf.v51i1.5586>.

FIGUEIREDO, Luciana Maria Matos. **O papel do plano nacional de segurança hídrica: a universalização do acesso a água no país, principalmente no Nordeste e Ceará.** 2020. 32 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Administração de Empresas de São Paulo, da Fundação Getúlio Vargas, São Paulo.

FLORENZANO, Teresa Gallotti. **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais.** Oficina de textos, 2016.

FREITAS, Francimara Torres. **Análise multitemporal da modalidade erosiva do tipo terra caída na região do médio Solimões Coari (AM).** 2009. 125 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2009.

FREITAS, Francimara Torres; ALBUQUERQUE, Adorea Rebello. Análise temporal sobre as “terras caídas” no Médio Solimões/Coari (AM). **Mercator**, v. 11, n. 25, p. 129 a 140, 2012.

GONZALEZ, Alfredo Zenen Dominguez; REBOITA, José Lourenço Alves; CAPUCIN, Wiliam Cosme da Silveira; SOUSA, Célia Alves. Susceptibilidade à Erosão Marginal no Perímetro Urbano de Cáceres-MT. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 15, n. 01, p. 518-534, 2022.

GUALTIERI, Carlo; FILIZOLA, Naziano; OLIVEIRA, Marco; SANTOS, André Martinelli; IANNIRUBERTO, Marco. A field study of the confluence between Negro and Solimões Rivers. Part 1: Hydrodynamics and sediment transport. **Comptes Rendus Geoscience**, v. 350, n 1-2, p. 31-42, 2018.

GUIMARÃES, David Franklin da Silva; VASCONCELOS, Mônica Alves; ALEGRIA, Johnny Martin Manrique; FERREIRA, Fernanda Sousa; SENA, Tony Everton Alves; SILVA, Suzy Cristina Pedroza; OLIVEIRA, Maria Antônia Falcão; PEREIRA, Henrique dos Santos. Aplicação de geotecnologias em estudos de desastres naturais na Amazônia: o caso das terras caídas na Costa do Catalão. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 19, Santos. **Anais ... SBSR: Santos, SP**, 2019.

GUZ, Alexander N.; RUSHCHITSKY, J. J. Scopus: A system for the evaluation of scientific journals. **International Applied Mechanics**, v. 45, n. 4, p. 351-362, 2009.

HOELZEL, Marlon; BELLETTINI, Angela da Silva. **Ação emergencial para delimitação de áreas em alto e muito alto risco a enchentes, inundações e movimentos de massa.** Ascurra, SC: Serviço Geológico do Brasil- CPRM, 2015.

HOLANDA, Yomarley Lopes; TORRES, Iraides Caldas. O vivido e o lembrado na brincadeira do boi-bumbá da cidade que o barranco levou. In: Congresso Pan Amazônico de História Oral, 3, Encontro Regional Norte de História Oral, 9, Sema de História do CESP-UEA, 8, 2015. **Anais ... Parintins - AM: CESP-UEA**, 2015.

IANNIRUBERTO, Marco; TREVETHAN, Mark; PINHEIRO, Arthur *et al.* A field study of the confluence between Negro and Solimões Rivers. Part 2: Bed morphology and stratigraphy. **Comptes Rendus Geoscience**, v. 350, n 1-2, p. 43-54, 2018.

IGNÁCIO, Sérgio Aparecido. Importância da estatística para o processo de conhecimento e tomada de decisão. **Revista Paranaense de Desenvolvimento-RPD**, n. 118, p. 175-192, 2010.

IGREJA, Hailton Luiz Siqueira da. **Aspectos do modelo neotectônico da placa sul-americana na Província Estrutural Amazônica**. 1998. 155f. Tese (Professor Titular), Departamento de Geociências da Universidade do Amazonas, Manaus, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Geografia do Brasil**. Região Norte. Rio de Janeiro: IBGE, 1977.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Perfil dos Municípios Brasileiros**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Unidades de Relevo 1:5.000.000**. Rio de Janeiro: IBGE, 2006.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS-IPT. **Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios**. Brasília, DF: Ministério das Cidades; IPT, 2007, 176 p.

ISLA, Federico Ignacio; CORTIZO, Luis C. Sediment input from fluvial sources and cliff erosion to the continental shelf of Argentina. **Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 14, n. 4, p. 541-552, 2014.

JACAUNA, Brenno Tavares. **Terras caídas e suas implicações para a comunidade São José do Paraná do Espírito Santo de cima em Parintins - AM**. 2019. 41 f. Monografia (Graduação), Universidade do Estado do Amazonas, Centro de Estudos Superiores de Parintins, Parintins.

JOLY, Maria Cristina Rodrigues Azevedo *et al.* Análise da produção científica em painéis dos congressos brasileiros de avaliação psicológica. **Avaliação Psicológica**, v. 6, n. 2, p. 239-252, 2007.

KIENHOLZ, Hans; HAFNER, Heinrich; SCHNEIDER, Guy. Stability, Instability, and Conditional Instability: Mountain Ecosystem Concepts Based on a Field Survey of the Kakani Area in the Middle Hills of Nepal. **Mountain Research and Development**, v. 4, n. 1, p. 55–62, 1984. <https://doi.org/10.2307/3673170>.

LABADESSA, Aparecido Silvério. “Terras caídas”, as causas e implicações socioeconômicas: uma análise preliminar na comunidade de Calama - baixo rio Madeira/RO. **Boletim Paranaense de Geociências**, v. 71, n. 1, p. 12-20, 2014.

LABADESSA, Aparecido Silvério. “Terras Caídas”, as causas naturais e antrópicas: uma ocorrência na comunidade de São Carlos–Médio Madeira/RO. **Geingá: Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia**, v. 3, n. 1, p. 45-61, 2011.

LABADESSA, Aparecido Silvério. Terras caídas, as causas naturais e Antrópicas: Uma ocorrência na comunidade de São Carlos–Médio Madeira/RO. **Goingá: Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia**, v. 3, n. 1, p. 45-61, 2011.

LACERDA, Aureliana Lopes *et al.* A importância dos eventos científicos na formação acadêmica: estudantes de biblioteconomia Importance of scientific meetings at the academic formation: library science students p. 130-144. **Revista ACB**, v. 13, n. 1, p. 130-144, 2008.

LANA, Julio Cesar; JESUS, Denilson de; ANTONELLI, Tiago. **Guia de procedimentos técnicos do departamento de gestão territorial: setorização de áreas de risco geológico.** v. 3, Brasília: CPRM, 2021, 49p.

LATRUBESSE, Edgardo Manuel.; RANCY, A.; RAMONELL, C. G.; SOUZA FILHO, J. P. A Formação Solimões: Uma formação do Mio-Plioceno da Amazônia Sul-Occidental. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 4., 1994, Belém-PA. **Resumos expandidos.** Belém-PA: SBG, 1994, p. 1-20

LATRUBESSE, Edgardo Manuel. Patterns of anabranching channels: The ultimate end-member adjustment of mega rivers. **Geomorphology**, v. 101, n. 1-2, p. 130-145, 2008.

LISTO, Fabrizio de Luiz Rosito; NERY, Tullius Dias; BISPO, Carlos de Oliveira; FERREIRA, Fabiana Souza; SANTOS, Edwilson Medeiros dos Santos. Movimentos de massa: estado da arte, escalas de abordagem, ensaios de campo e laboratório e diferentes modelos de previsão. In: CARVALHO JÚNIOR, Osmar Abílio de; GOMES, Maria Carolina Villaça; GUIMARÃES, Renato Fontes; GOMES, Roberto Arnaldo Trancoso (Orgs.). **Revisões de Literatura da Geomorfologia Brasileira**, p. 564-596, 2022.

LOPES, Ivoney R.; RODRIGUES, F. Gleison S. Análise das terras caídas nas margens do rio Solimões em Tabatinga, AM. **Revista Geonorte**, Edição Especial 4, V.10, N.1, p.55-59, 2014. ISSN 2237-1419

MAGALHÃES, Regiane Campos. **As características físicas, químicas, mineralógicas e hidráulicas do solo e sua susceptibilidade ao processo de Terras Caídas:** comunidade do Divino Espírito Santo - Iranduba/AM. 2011. 136 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Amazonas, Manaus - AM.

MAGALHÃES, Regiane Campos; GOMES, Rosilene Campos Magalhães. Mineralogia e química de solo de várzea e suas susceptibilidades no processo de terras caídas na comunidade do divino Espírito Santo-AM. **Soc. & Nat.**, v. 25, n. 3, p. 609-621, 2013.

MAGALHÃES, Regiane Campos; VIEIRA, Antônio Fábio Sabbá Guimarães. As características hidrológicas do solo de várzea e sua vulnerabilidade ao processo de terras caídas na Amazônia Central (BR). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 11, n. 03, p. 773-788, 2018.

MAIA, Raimundo Geraldo Nobre *et al.* **Projeto carvão no Alto Solimões:** relatório final. final. [S.l.]: CPRM, 1977.

MARGOLIS, J. Citation Indexing and Evaluation of Scientific Papers: The spread of influence in populations of scientific papers may become a subject for quantitative analysis. **Science**, v. 155, n. 3767, p. 1213-1219, 1967.

MARQUES, Rildo Oliveira. **Erosão nas margens do rio Amazonas:** o fenômeno das terras caídas e as implicações para a cidade de Parintins - AM. 2017. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

MATOS, Jônatas. Aspectos geomorfológicos das “terras caídas” em ambiente de várzea no Careiro da Várzea-AM. **Revista GeoUECE**, v. 08, n. 15, p. 78-88, 2019.

MATOS, Jônatas; NOGUEIRA, Amélia. As terras-caídas no careiro de várzea e as implicações para os moradores da comunidade Miracauera no Paraná do Careiro (Careiro da Várzea- AM). **Revista Geonorte**, v. 5, n. 20, p. 128-134, 2014.

MAZOCA, Carlos Eduardo Manjon. **Avaliação de elementos estruturais e processos fluviais na evolução geomorfológica da Amazônia Central**. 2017. 145 f. Dissertação (Mestrado), Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MELLO, Cleusa Farias de; CARVALHO, Dark Lane Rodrigues; CRUZ, Manuel de Jesus Masulo da. Erosão/sedimentação e o modo de vida ribeirinho na costa do Arapapá - Rio Solimões (AM). **Revista Geonorte**, v. 3, n. 5, p. 377-384, 2012.

MENDES, Anderson Conceição; TRUCKENBRODT, Werner Hermann Walter; NOGUEIRA, Afonso César Rodrigues. **Análise faciológica da Formação Alter do Chão (Cretáceo, Bacia do Amazonas), próximo à cidade de Óbidos, Pará, Brasil**. 2012.

MENDES, Débora Mate; SILVA, Eliane Cabral da; REIS, Marlo dos. Cartografia Social como metodologia para formação de professores do campo: uma experiência a partir do Arquipélago do Bailique. **Revista Educação e Cultura Contemporânea**, v. 17, n. 48, p. 362-382, 2020.

MORAIS, Roberto Prado de; AQUINO, Samia; LATRUBESSE, Edgardo Manuel. Controles hidrogeomorfológicos nas unidades vegetacionais da planície aluvial do rio Araguaia, Brasil. **Acta Scientiarum: Biological Sciences**, v. 30, n. 4, p. 411-421, 2008.

MOREIRA-TURCQ, Patricia; ESPINOZA, Jhan Carlo; FILIZOLA, Naziano; MARTINEZ, Jean-Michel. Rivers of the Andes and the Amazon Basin: Deciphering global change from the hydroclimatic variability in the critical zone. **Comptes Rendus Geoscience**, v. 350, n 1-2, p. 1-3, 2018.

MOVIMENTO intensifica arrecadação de alimentos para famílias pescadoras afetadas pelo fenômeno de terras caídas. **G1 Santarém**, Santarém, 10/12/2020. Disponível em <https://g1.globo.com/pa/santarem-regiao/noticia/2020/12/10/movimento-intensifica-arrecadacao-de-alimentos-para-familias-pescadoras-afetadas-pelo-fenomeno-de-terras-caidas.ghtml>.

NÓBREGA, Maria Tereza de; CUNHA, José Edézio da. O solo: caminho, abrigo e pão. In: VILLALOBOS, Jorge Ulises Guerra. **Ambiente, Geografia e Natureza**. Programa de Pós-graduação em geografia - UEM, 2001.

OLIVEIRA, Daniel de; LOPES, Emmanuel da Silva; OLIVEIRA, Marco Antônio de. **Relatório da cheia 2008**. Manaus: CPRM, 2008, 35 p.

OLIVEIRA, José Heleno Nascimento de. **Morfologia do canal do rio Tarauacá e o impacto de sua dinâmica fluvial na cidade de Envira, na mesorregião sudoeste amazonense**. Relatório parcial PIB-H/0015/2014. Envira/AM, 2015.

PACHECO, Jesuete Brandão; BRANDÃO, José Carlos Martins; DE CARVALHO, José Alberto Lima. Geomorfologia fluvial do Rio Solimões/Amazonas: Estratégias do Povo Vazeano do sudoeste do Careiro da Várzea. **Revista Geonorte**, v. 3, n. 5, p. 542–554, 2012.

PEREIRA, Elton. **Fenômeno das terras caídas na Costa do Parú em Óbidos – PA.** Portal Obidense, Óbidos, 13/11/2019. Disponível em <https://obidense.com.br/noticia/5759/fenomeno-das-terras-caidas-na-costa-do-paru-em-obidos-pa--portal-obidense>.

PINTO, Roberto Carlos; PASSOS, Everton; CANEPARO, Sony Cortese. Classificação dos movimentos de massa ocorridos em março de 2011 na Serra da Prata, estado do Paraná. **Geoingá - Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia Maringá**, v. 4, n. 1, p. 3-27, 2012.

POLIDORIO, Carla Matiuzzi; AUGUSTO, Emerson. O processo de erosão pluvial na região do bairro Buritis, BH/MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 5., 2014, Belo Horizonte/MG. Anais[...]. Belo Horizonte/MG: IBEAS, 2014.

PORTO, Gabriel Luniere. **Mapeamento de condutividade hidráulica dos aquíferos superficiais ao longo da BR-319 no trecho Manaus-Humaitá.** Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2013 (Relatório Final PIB-E/0222/2012)2013.

QUEIROZ, Matheus Silveira de; ALVES, Neliane de Souza. Conditioning factors of “terras caídas” in Lower Solimões river - Brazil. **Caminhos de Geografia**, v. 22, n. 80, p. 220-233, 2021.

QUEIROZ, Matheus Silveira de; SOARES, Ana Paulina Aguiar; TOMAZ NETO, Antônio Gomes. Comunidades rurais ribeirinhas e as águas do rio Solimões no município de Iranduba - Amazonas. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 4, n. 1, p. 108-119, 2018.

QUEIROZ, Matheus Silveira; ALVES, Neiliane de Sousa. Conditioning factors of “terras caídas” in lower Solimões River - BRAZIL. **Caminhos de Geografia**, v. 22, n. 80, p. 220–233, 2021.

QUEIROZ, Matheus Silveira; CARVALHO, José Alberto Lima. The lower River Solimões from the perspective of chaos theory (deterministic chaos). **Geotemas**, v. 11, p. 01-20, e02112, 2021.

QUINTANA-COBO, Isabel; MOREIRA-TURCQ, Patricia; CORDEIRO, Renato C. *et al.* Dynamics of floodplain lakes in the Upper Amazon Basin during the late Holocene. **Comptes Rendus Geoscience**, v. 350, n 1-2, p. 55-64, 2018.

REIS, Josimar Pereira da Silva. **Cidades ribeirinhas da Amazônia: a relação entre produção do espaço urbano e a dinâmica fluvial na cidade de São Paulo de Olivença-AM, Brasil.** 2022. 172 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Amazonas, Manaus (AM).

RIBEIRO, Estevão de Souza. **Terras caídas e seus impactos na sedimentação do leito do Paraná do Ramos/Parintins-AM.** 2018. 47 f. Monografia (Conclusão de Curso), Universidade Estadual do Amazonas, Manaus.

RODRIGUES, Francisco Gleison de S. O conceito de terras caídas e a caracterização Morfodinâmica fluvial do Alto Solimões. **Revista Geonordeste**, Ano XXV, n. 3, p. 04-23, 2014.

RODRIGUES, Karina. **“Terras caídas” causa destruição de casas, pontes e postes de energia em arquipélago no Amapá**. G1 Amapá, 13/02/2021. Disponível em <https://g1.globo.com/ap/amapa/noticia/2021/02/13/terras-caidas-causa-destruicao-de-casas-pontes-e-postes-de-energia-em-arquipelago-no-amapa.ghtml>.

ROSSETTI, Dilce de Fatima; TOLEDO, Peter Mann; GÓES, Ana Maria. New geological framework for Western Amazonia (Brazil) and implications for biogeography and evolution. **Quaternary Research**, v. 63, p. 78-89, 2005.

ROTTA, Cláudia Marisse dos Santos; ZUQUETTE, Lázaro Valentin. Erosion feature reclamation in urban areas: typical unsuccessful examples from Brazil. **Environmental Earth Sciences**, v. 72, n. 2, p. 535-555, 2014.

ROZO, José Max Gonzalez; NOGUEIRA, Afonso Cesar Rodrigues; TRUCKENBRODT, Werner Hermann Walter. The anastomosing pattern and the extensively distributed scroll bars in the middle Amazon River. **Earth Surface Processes and Landforms**, v. 37, n. 14, p. 1471-1488, 2012.

SADALA, Klaudia Yared. **Estudo pessoa-ambiente-gênero a partir da vivência das terras caídas numa várzea amazônica**: análise do afeto ao lugar em Fátima de Urucurituba no eixo Forte/Santarém-PA. 2020. 214 f. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Oeste do Pará, Programa de Pós-Graduação em Sociedade, Natureza e Desenvolvimento, Santarém.

SERRÃO, Sybelle Lima; LIMA, Ricardo A. P. Áreas alagadas em Macapá: estudo de caso Bairro do Araxá. **Biota Amazônia**, v. 3, n. 3, p. 146-156, 2013.

SILVA JÚNIOR, Antônio Gonçalves da. **Estudo da vulnerabilidade e risco à erosão costeira na região do Estuário do Rio Pará**. 2019. 76 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso), Faculdade de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém.

SILVA JUNIOR, Orleno Marques da; SANTOS, Leonardo Sousa dos; RODRIGUES, Marcus Roberto Cascaes. Panorama dos riscos costeiros no estado do Amapá: Conhecer para agir. In: MAGNONI JUNIOR, Lourenço; FREITAS, Carlos Machado de; LOPES, Eymar Silva Sampaio; CASTRO, Gláucia Rachel Branco; BARBOSA, Humberto Alves; LONDE, Luciana Resende; MAGNONI, Maria da Graça Mello; SILVA, Rosicler Sasso; TEIXEIRA, Tabita; FIGUEIREDO, Wellington dos Santos (orgs.). **Redução do risco de desastres e a resiliência no meio rural e urbano**. São Paulo: Centro Paula Souza, 2020. p. 454-472.

SILVA, Débora Brunielli Queiroz da; ANDRADE, Leila Nalis Paiva da Silva. Caracterização hidrossedimentológica e as formas de uso/ocupação da terra no alto curso da sub-bacia hidrográfica do córrego jaracatiá no município de Colider - Mato Grosso. **Caminhos da Geografia**, v. 20, p. 32-51, 2019.

SILVA, Eduardo Francisco *et al.* Descrições faciológicas da Formação Alter do Chão na Margem Direita do Rio Tapajós, Santarém-PA. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 14., 2015. Marabá-Pa. **Anais[...]**. Marabá-Pa: SBG. Núcleo Norte, 2015. p. 48-51.

SILVA, Sandra Helena; NODA, Sandra Nascimento. A dinâmica entre as águas e terras na Amazônia e seus efeitos sobre as várzeas. **Rev. Ambiente & Água**, v. 11, n. 2, p. 377-86, 2016. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1805>

SILVEIRA, Rosemary Rocha da. **Cronoestratigrafia e Interpretação Paleoambiental dos Depósitos Mioceno da Formação Solimões**, região de Coari. 2005. 117 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Geociências, Universidade Federal do Amazonas, 2005

SOUSA, Elias Santo; CAMPELO; Nilton de Souza. **Caracterização e modelagem geotécnica do fenômeno das terras caídas no ambiente Amazônico**. [S.l.]: Dialética, 2020, 235p.

SOUZA PINTO, Carlos de. **Curso básico de mecânica dos solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2000.

SOUZA, Antônio Gilmar Honorato de; OLIVEIRA, Marco Antônio de. **Setorização de áreas de risco geológico**. Barcelos, AM: Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral; Serviço Geológico do Brasil - CPRM, Departamento de Gestão Territorial - DEGET, 2022. <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/22741>.

SOUZA, Elias Santos. **Terras caídas: caracterização e modelagem geotécnica do fenômeno erosivo amazônico**. 2019. 185 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2019.

SOUZA, Sued Santos Rocha de *et al.* Gestão da Inovação para o enfrentamento preventivo de riscos na Amazônia: estudo de caso das terras caídas no rio Madeira-RO. In: Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente – ENGEMA XXII, São Paulo. **Anais[...]**. São Paulo: USP, p. 1-13, 2020.

TEIXEIRA, Sheila Gatinho; CONCEIÇÃO, Raimundo Almir Costa da. **Setorização de áreas de risco geológico**. Paragominas, Pará: Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral; Serviço Geológico do Brasil - CPRM, Departamento de Gestão Territorial - DEGET, 2022. <https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/22742>.

UMAR, Hasdinar; RAHMAN, Sabaruddin; BAEDA, Achmad Yasir; KLARA, Syerly. Identification of Coastal Problem and Prediction of Coastal Erosion Sedimentation in South Sulawesi. **Procedia Engineering**, v. 116, p. 125-133, 2015.

VALE, Roseilson Souza do; LIMA, Luana dos Santos; MONTE, Christiane do Nascimento; SANTANA, Raoni Aquino Silva de. Evidências do fenômeno de terras caídas com grandes cheias na região Oeste do Pará. **Brazilian Journal of Development, Curitiba**, v. 5, n. 6, p. 6295-6302, 2019.

VIEIRA, Guilherme Araujo *et al.* Análise da importância de periódicos utilizando o índice h dos pesquisadores: estudo de caso de periódicos de gerenciamento de projetos. **Revista Meta: Avaliação**, v. 13, n. 41, p. 924-943, 2021.

WINGE, Manfredo *et al.* **Glossário geológico ilustrado**. 2001. Disponível em: <https://sigep.eco.br/glossario/>. Acesso em: 03 de março de 2023.

XAVIER, Joaquim Pedro de Santana. **Erosão pluvial e escorregamentos no estado de Pernambuco:** áreas de ocorrências, unidades de paisagem e banco de dados geográfico. 2020. 222 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2020.