



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

FRANCISCO GLEISON DE SOUZA RODRIGUES

**TERRAS CAÍDAS: RISCOS E DESASTRES
NO MUNICÍPIO E NA CIDADE DE SÃO PAULO DE OLIVENÇA, AM**

FORTALEZA

2024

FRANCISCO GLEISON DE SOUZA RODRIGUES

TERRAS CAÍDAS: RISCOS E DESASTRES
NO MUNICÍPIO E NA CIDADE DE SÃO PAULO DE OLIVENÇA, AM

Tese apresentada ao Doutorado acadêmico em Geografia do Programa de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade Federal do Ceará como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Geografia. Área de concentração: Dinâmica territorial e ambiental.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Elisa Zanella.

FORTALEZA

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

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

R613t Rodrigues, Francisco Gleison de Souza.
Terras caídas : riscos e desastres no município e na cidade de São Paulo de Olivença,
AM / Francisco Gleison de Souza Rodrigues. – 2024.
192 f. : il. color.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de
Pós-Graduação em Geografia , Fortaleza, 2024.

Orientação: Profa. Dra. Maria Elisa Zanella.

1. Amazônia. 2. Rio Solimões. 3. Geomorfologia fluvial. 4. Erosão. I. Título.

CDD 910

FRANCISCO GLEISON DE SOUZA RODRIGUES

TERRAS CAÍDAS: RISCOS E DESASTRES
NO MUNICÍPIO E NA CIDADE DE SÃO PAULO DE OLIVENÇA, AM

Tese apresentada ao Doutorado acadêmico em Geografia do Programa de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade Federal do Ceará como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Geografia. Área de concentração: Dinâmica territorial e ambiental.

Aprovada em: 30/07/2024.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Maria Elisa Zanella (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. Dra. Adoréa Rebello da Cunha Albuquerque
Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

Prof. Dra. Nair Júlia Andrade de Abreu
Secretaria Municipal de Educação de Maranguape

Prof. Dr. José Vicente da Silva
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Bruno Gomes de Araujo
Universidade do Estado do Amazonas (UEA)

Dedico este trabalho a Deus, a minha esposa e a minha filha, aos meus pais, Francisca Ivanete de Sousa Rodrigues (*in memoriam*) e Antônio José Rodrigues (*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

À minha esposa, Julyana Régia da Mota Rocha Rodrigues, e à minha filha, Maria Isabelle da Mota Rodrigues, pelo amor, carinho e compreensão durante esses quase cinco anos.

À Professora Dra. Maria Elisa Zanella, pela excelente orientação.

Aos professores participantes da banca examinadora Dra. Adoréa Rebello da Cunha Albuquerque, Dra. Nair Júlia Andrade de Abreu, Dr. José Vicente da Silva e Dr. Bruno Gomes de Araujo pelas valiosas colaborações e sugestões.

Aos entrevistados, pelo tempo concedido nas entrevistas.

Aos colegas da turma de doutorado, pelas reflexões, críticas e sugestões recebidas e pelos momentos de alegrias e crescimento profissional compartilhados, em especial: Larissa, Dáviney, Tiago, Ana Lourdes, Edson e Antônio.

Ao programa de Pós-graduação em Geografia da UFC pelo apoio em todos os momentos, principalmente durante a pandemia.

À Universidade do Estado do Amazonas pelo apoio recebido.

A minhas irmãs, irmãos, tias, primos e primos que me ajudaram em algum momento dessa caminhada.

“Une catastrophe ou un désastre est un risque qui se réalise.” (Dauphiné; Provitolo, 2013, p.26)

RESUMO

O estado do Amazonas apresenta um processo de ocupação humana relacionado aos canais fluviais dos principais rios que cortam o território favorecendo o surgimento de cidades que ampliaram suas dimensões sem planejamento urbano. Esta expansão espacial torna residentes e estruturas urbanas suscetíveis às ocorrências de eventos erosivos seguidos de movimentos de massas denominados regionalmente de Terras Caídas que se enquadram como desastres em função da magnitude e intensidade. Na cidade de São Paulo de Olivença, às margens do rio Solimões, ocorrem Terras Caídas nas quais edificações residenciais e comerciais são perdidas ou danificadas. Propõe-se que, na cidade de São Paulo de Olivença, as ocorrências de desastres associados às Terras Caídas relacionam-se com processos naturais, oriundos de características das estruturas geológica e pedológica na área do assentamento urbano, das dinâmicas morfológica e hidráulica do rio, da neotectônica e do clima regional, os quais interagem com os processos de usos e ocupações do solo relativos à expansão urbana desordenada na sede municipal e a não atenção aos riscos. A presente pesquisa obteve os seguintes resultados: São Paulo de Olivença apresenta como áreas suscetíveis aos riscos e desastres das Terras Caídas, principalmente, as formas de relevo que têm fácies margeando o Solimões e, nas quais, parte da população está assentada; foram delimitadas e caracterizadas sete unidades de paisagem presentes no município; as fácies das Colinas dissecadas e morros baixos associados à Formação Solimões em contato direto com o canal fluvial não são passíveis de usos e ocupação por conta do elevado risco de deslizamento, impedindo que qualquer tipo de atividade humana; nos últimos quarenta anos houve um incremento populacional associado a uma expansão urbana desordenada, que determinou a ocupação de áreas associadas às Terras Caídas promovidas pelo Solimões; no ano de 2010, a ocorrência de um evento de Terras Caídas, demonstrou que os habitantes da orla da cidade se encontravam em condições de vulnerabilidade frente ao desastre ocorrido; a sede urbana do município apresenta outro risco, que pode se consolidar como um desastre, gerando danos e exigindo cuidados emergenciais: as cheias anuais do rio Solimões. A cidade de São Paulo de Olivença encontra-se em um contexto ambiental e humano que favorece a ocorrência de desastres relacionados às Terras Caídas. Aspectos como litologia, relevo, clima e solos correlacionam-se com o

processo de ocupação das margens do rio Solimões gerando situações de riscos e ocorrência de desastres urbanos.

Palavras-chave: Amazônia; rio Solimões; terras caídas; desastres.

ABSTRACT

The state of Amazonas presents a process of human occupation related to the river channels of the main rivers that cross the territory, favoring the emergence of cities that expanded their dimensions without urban planning. This spatial expansion makes residents and urban structures susceptible to the occurrence of erosive events followed by mass movements known regionally as Terras Caídas, which are classified as disasters depending on their magnitude and intensity. In the city of São Paulo de Olivença, on the banks of the Solimões River, there are Terras Caídas in which residential and commercial buildings are lost or damaged. It is proposed that, in the city of São Paulo de Olivença, the occurrences of disasters associated with the Terras Caídas are related to natural processes, arising from characteristics of the geological and pedological structures in the urban settlement area, the morphological and hydraulic dynamics of the river, neotectonics and regional climate, which interact with land use and occupation processes related to disorderly urban expansion in the municipal headquarters and lack of attention to risks. The present research obtained the following results: São Paulo de Olivença presents areas susceptible to the risks and disasters of Terras Caídas, mainly, the relief forms that have facies bordering the Solimões and, in which, part of the population is settled; seven landscape units present in the municipality were delimited and characterized; the facies of the dissected hills and low hills associated with the Solimões Formation in direct contact with the river channel are not suitable for use and occupation due to the high risk of landslides, preventing any type of human activity; in the last forty years there has been a population increase associated with a disorderly urban expansion, which determined the occupation of areas associated with fallen lands promoted by Solimões; in 2010, the occurrence of a Terras Caídas event demonstrated that the inhabitants of the city's edge were in vulnerable conditions in the face of the disaster that occurred; the urban headquarters of the municipality presents another risk, which could consolidate itself as a disaster, causing damage and requiring emergency care: the annual floods of the Solimões River. The city of São Paulo de Olivença finds itself in an environmental and human context that favors the occurrence of disasters related to the Terras Caídas. Aspects such as lithology, relief, climate and soil correlate with the process of occupation of the banks of the Solimões River, generating risk situations and the occurrence of urban disasters.

Keywords: Amazon; Solimões river; terras caídas; disasters.

RESUMEN

El estado de Amazonas presenta un proceso de ocupación humana relacionado con los cauces de los principales ríos que atraviesan el territorio, favoreciendo el surgimiento de ciudades que ampliaron sus dimensiones sin planificación urbana. Esta expansión espacial hace que los residentes y las estructuras urbanas sean susceptibles a la ocurrencia de eventos erosivos seguidos de movimientos masivos conocidos regionalmente como Terras Caídas, los cuales se clasifican como desastres dependiendo de su magnitud e intensidad. En la ciudad de São Paulo de Olivença, a orillas del río Solimões, hay Terras Caídas en las que edificios residenciales y comerciales se pierden o dañan. Se propone que, en la ciudad de São Paulo de Olivença, la ocurrencia de desastres asociados a las Terras Caídas estén relacionados con procesos naturales, derivados de las características de las estructuras geológicas y edafológicas en el área de asentamiento urbano, de la dinámica morfológica e hidráulica de el río, la neotectónica y el clima regional, que interactúan con procesos de uso y ocupación del suelo relacionados con la expansión urbana desordenada en las cabeceras municipales y la falta de atención a los riesgos. La presente investigación obtuvo los siguientes resultados: São Paulo de Olivença presenta áreas susceptibles a los riesgos y desastres de las Terras Caídas, principalmente, las formas de relieve que tienen facies limítrofes con el Solimões y en las que se asienta parte de la población; se delimitaron y caracterizaron siete unidades paisajísticas presentes en el municipio; las facies de los Cerros disecados y cerros bajos asociados a la Formación Solimões en contacto directo con el cauce del río no son aptos para uso y ocupación por el alto riesgo de deslizamientos, impidiendo cualquier tipo de actividad humana; en los últimos cuarenta años hubo un aumento poblacional asociado a una expansión urbana desordenada, que determinó la ocupación de áreas asociadas a las Terras Caídas promovidas por Solimões; en 2010, la ocurrencia de un evento de Terras Caídas demostró que los habitantes del borde de la ciudad se encontraban en condiciones de vulnerabilidad ante el desastre ocurrido; La cabecera urbana del municipio presenta otro riesgo, que podría consolidarse como un desastre, causando daños y requiriendo atención de emergencia: las crecidas anuales del río Solimões. La ciudad de São Paulo de Olivença se encuentra en un contexto ambiental y humano que favorece la ocurrencia de desastres relacionados con las Tierras Caídas. Aspectos como

litología, relieve, clima y suelo se correlacionan con el proceso de ocupación de las riberas del río Solimões, generando situaciones de riesgo y ocurrencia de desastres urbanos.

Palabras clave: Amazonas; río Solimões; terras caídas; desastres.

RESUME

L'État d'Amazonas présente un processus d'occupation humaine lié aux canaux des principaux fleuves qui traversent le territoire, favorisant l'émergence de villes qui ont élargi leurs dimensions sans planification urbaine. Cette expansion spatiale rend les habitants et les structures urbaines vulnérables à l'apparition d'événements érosifs suivis de mouvements de masse connus au niveau régional sous le nom de Terras Caídas, qui sont classés comme catastrophes en fonction de leur ampleur et de leur intensité. Dans la ville de São Paulo de Olivença, sur les rives de la rivière Solimões, se trouvent des terres tombées dans lesquelles des bâtiments résidentiels et commerciaux sont perdus ou endommagés. Il est proposé que, dans la ville de São Paulo de Olivença, les catastrophes associées aux Terras Caídas soient liées à des processus naturels, découlant des caractéristiques des structures géologiques et pédologiques de la zone d'implantation urbaine, de la dynamique morphologique et hydraulique du fleuve, la néotectonique et le climat régional, qui interagissent avec les processus d'utilisation et d'occupation des sols liés à l'expansion urbaine désordonnée des sièges municipaux et au manque d'attention aux risques. La présente recherche a obtenu les résultats suivants: São Paulo de Olivença présente des zones sensibles aux risques et catastrophes des Terres Déchues, principalement les formes de relief qui ont un faciès bordant les Solimões et dans lesquelles est installée une partie de la population; sept unités paysagères présentes sur la commune ont été délimitées et caractérisées; les faciès des collines disséquées et des collines basses associées à la Formation de Solimões en contact direct avec le lit de la rivière ne sont pas adaptés à l'usage et à l'occupation en raison du risque élevé de glissements de terrain, empêchant tout type d'activité humaine; au cours des quarante dernières années, il y a eu une augmentation de la population associée à une expansion urbaine désordonnée, qui a déterminé l'occupation des zones associées aux Terras Caídas proches de Solimões; en 2010, la survenance d'un événement Terras Caídas a démontré que les habitants de la périphérie de la ville étaient dans des conditions vulnérables face à la catastrophe survenue; Le siège urbain de la commune présente un autre risque, qui pourrait se transformer en catastrophe, provoquant des dégâts et nécessitant des soins d'urgence: les crues annuelles de la rivière Solimões. La ville de São Paulo de Olivença se trouve dans un contexte environnemental et humain favorable à la survenue de catastrophes

liées aux Terras Caídas. Des aspects tels que la lithologie, le relief, le climat et le sol sont en corrélation avec le processus d'occupation des rives de la rivière Solimões, générant des situations à risque et la survenue de catastrophes urbaines.

Mots-clés: Amazone; rivière Solimões; terras caídas; catastrophes.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Área da Pesquisa.....	33
Figura 2	– São Paulo de Olivença, margem do Solimões em 29.03.2018.....	65
Figura 3	– Distribuição dos epicentros da região amazônica.....	67
Figura 4	– Bancos de sedimentos no canal do Solimões, setembro de 2002....	70
Figura 5	– Erosão no canal do Solimões, abril de 2021.....	71
Figura 6	– Ocorrência de praias nos canais do Rio Solimões em 1997.....	72
Figura 7	– Ilhas nos canais do Rio Solimões em 2020.....	73
Figura 8	– Barras de sedimentos no canal.....	74
Figura 9	– Ausência das barras de sedimentos no canal.....	74
Figura 10	– Presença de ilha no canal em dezembro de 1985.....	75
Figura 11	– Presença de ilha no canal em dezembro de 2020.....	76
Figura 12	– Rio Javari.....	77
Figura 13	– Meandros no rio Javari em julho de 2015.....	77
Figura 14	– Sinuosidades do canal no rio Solimões em dezembro de 2019.....	78
Figura 15	– Confluências de canais: Solimões e Javari em 1984.....	80
Figura 16	– Confluências de canais: Solimões e Javari em 2020.....	81
Figura 17	– Confluências de canais do Solimões em 1985.....	82
Figura 18	– Confluências de canais do Solimões em 2020.....	82
Figura 19	– Confluências de canais do Solimões em 2021.....	83
Figura 20	– Sequências de divisões e confluências do canal do Solimões.....	84
Figura 21	– Dinâmica hidrológica deflagrando a erosão.....	86
Figura 22	– São Paulo de Olivença: prédios residenciais e comerciais em 2017	89
Figura 23	– Hidroviária de São Paulo de Olivença demolida em 2023.....	89
Figura 24	– Bacia do Solimões e Sub-bacias.....	99
Figura 25	– Leitões dos principais rios do Amazonas encaixados em falhas.....	100
Figura 26	– Construções sobre topos de morros e áreas de declives.....	103
Figura 27	– Confluência do igarapé Inaquetê com o rio Solimões.....	105
Figura 28	– Casas nas margens do Igarapé do Ajaratuba.....	105
Figura 29	– Domínios Geomorfológicos do Amazonas.....	106
Figura 30	– Casa de palafita na margem do Solimões, São Paulo de Olivença..	108
Figura 31	– Área na margem do rio Solimões, São Paulo de Olivença.....	110
Figura 32	– Diferença topográfica de ruas no centro da cidade.....	112

Figura 33 – Casas dispostas na Planície Fluvial do Solimões.....	115
Figura 34 – Distribuição dos solos no Amazonas.....	117
Figura 35 – Margem do Solimões associada à Argissolos Amarelos, março de 2023.....	121
Figura 36 – Climas do Brasil.....	124
Figura 37 – Domínios climáticos do Brasil e principais subtipos.....	125
Figura 38 – Rio Tapajós em Santarém, 2022.....	127
Figura 39 – Rio negro em Manaus, 2021.....	128
Figura 40 – Rio Solimões em São Paulo de Olivença, 2023.....	129
Figura 41 – Confluência do igarapé Camatiá com o rio Solimões.....	130
Figura 42 – Casas nas margens do Igarapé Inaquetê.....	132
Figura 43 – Área de lazer no igarapé Ajaratuba.....	133
Figura 44 – Estação de captação de água no igarapé Ajaratuba.....	133
Figura 45 – Imagem aérea da Estação de captação de água no Ajaratuba.....	134
Figura 46 – Pequeno canal hídrico que corta a rua Tiradentes.....	135
Figura 47 – Cobertura vegetal na sede de São Paulo de Olivença à esquerda da igreja matriz.....	136
Figura 48 – Cobertura vegetal na sede de São Paulo de Olivença à direita da igreja matriz.....	137
Figura 49 – Mata ciliar no igarapé Inaquetê.....	138
Figura 50 – Urbanização no igarapé Inaquetê.....	138
Figura 51 – Mata ciliar no igarapé Ajaratuba.....	139
Figura 52 – Geologia de São Paulo de Olivença, segundo Reis (2022).....	141
Figura 53 – Fácies do relevo na margem erosiva do Rio Solimões, 09.03.24....	144
Figura 54 – Centro histórico e comercial de São Paulo de Olivença, 09.03.24...	145
Figura 55 – Planície de inundação na confluência do Ajaratuba com Solimões..	146
Figura 56 – Confluência do igarapé Ajaratuba com o rio Solimões, 09.03.24.....	147
Figura 57 – Planície de inundação na confluência do Inaquetê com Solimões....	148
Figura 58 – Ilha na planície fluvial do rio Solimões em São Paulo de Olivença...	150
Figura 59 – Evolução do perímetro urbano de São Paulo de Olivença.....	152
Figura 60 – Edificações na margem do Solimões em São Paulo de Olivença.....	153
Figura 61 – Escadaria do Sacrifício antes da ação erosiva.....	154
Figura 62 – Escadaria do Sacrifício em 2024.....	155
Figura 63 – Casa parcialmente sustentada por palafitas em São Paulo de Olivença.....	158
Figura 64 – São Paulo de Olivença, 1987.....	162

Figura 65 – São Paulo de Olivença, 1998.....	163
Figura 66 – São Paulo de Olivença, 2009.....	164
Figura 67 – São Paulo de Olivença, 2019.....	164
Figura 68 – Área atingida por processos erosivos em São Paulo de Olivença....	165
Figura 69 – Tubulação exposta e asfalto rachado após movimento de massa em 11 de outubro de 2010.....	167
Figura 70 – Rua após movimento de massa em 11 de outubro de 2010.....	168
Figura 71 – Casas em risco de desabamento em 11 de outubro de 2010.....	169
Figura 72 – Bairro: Santa Terezinha (CPRM).....	169
Figura 73 – Benjamin Constant (CPRM).....	170
Figura 74 – Bairro José Carlos Mestrinho (CPRM).....	171
Figura 75 – Áreas de inundações, zona urbana, bairros: São João/Bonfim e José Carlos Mestrinho.....	171
Figura 76 – Bairros atingidos pelas terras caídas em São Paulo de Olivença.....	172
Figura 77 – As principais ruas atingidas pelos processos erosivos.....	173
Figura 78 – Rua 10 de Novembro em 25.03.2022.....	174
Figura 79 – Rua 10 de Novembro em 18.04.2023.....	175
Figura 80 – Rua 10 de Novembro em 10.03.2024.....	175
Figura 81 – Localização dos estabelecimentos peruanos.....	177
Figura 82 – Área de risco delimitada pela CPRM.....	178
Figura 83 – Área de risco delimitada atualmente em que há comércios de peruanos.....	178
Figura 84 – Conjunto habitacional construído para os desabrigados.....	180

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Conceituando a Vulnerabilidade	50
Quadro 2 – Abalos sísmicos no Sudoeste do Amazonas.....	101

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1 – Evolução populacional de São Paulo de Olivença, 1970 – 2010..... 156
- Gráfico 2 – Precipitação em São Paulo de Olivença em outubro de 2010..... 167

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 – Localização de São Paulo de Olivença, Amazonas, Brasil.....	31
Mapa 2 – Geologia do Município de São Paulo de Olivença, Amazonas, Brasil.....	102
Mapa 3 – Hipsometria da Cidade de São Paulo de Olivença, Amazonas, Brasil.....	104
Mapa 4 – Relevo do Município de São Paulo de Olivença, Amazonas, Brasil.....	114
Mapa 5 – Solos do Município de São Paulo de Olivença, Amazonas, Brasil.....	120
Mapa 6 – Hidrografia do Município de São Paulo de Olivença, Amazonas, Brasil.....	131
Mapa 7 – Unidades de Paisagens do Município de São Paulo de Olivença, Amazonas, Brasil.....	143

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional das Águas
APS	Avaliação ao Perigo de Seca
AVADAN	Avaliação de Danos
CPRM	Serviço Geológico do Brasil
CPTEC	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
FIDE	Formulário de Informações do Desastre
GPS	Sistema de Posicionamento Global
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IVDEN	Índice de Vulnerabilidade aos Desastres Naturais
QGIS	Quantum GIS
UEA	Universidade do Estado do Amazonas
UNISDR	United Nations International Strategy for Disaster Reduction

LISTA DE SÍMBOLOS

% Porcentagem

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	27
1.1	Área da Pesquisa	31
2	REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO	36
2.1	Desastres naturais?	36
2.1.1	<i>O Risco</i>	40
2.1.2	<i>Ameaça e Perigo</i>	46
2.1.3	<i>Suscetibilidade</i>	48
2.1.4	<i>Perigo</i>	49
2.1.5	<i>Vulnerabilidade</i>	51
2.2	O Dano	57
2.2.1	<i>Danos Materiais</i>	58
2.2.2	<i>Danos Ambientais</i>	59
2.2.3	<i>Danos Humanos</i>	60
2.3	Conceituando terras caídas	62
2.3.1	<i>O que são Terras Caídas?</i>	63
2.4	Terras Caídas: fatores e processos naturais	66
2.4.1	<i>Litologia</i>	66
2.4.2	<i>Influência da neotectônica</i>	68
2.4.3	<i>Clima</i>	69
2.4.4	<i>Relevo e morfologia fluvial</i>	71
2.4.4.1	Bancos de sedimentos no leito do rio.....	72
2.4.4.2	Praias fluviais.....	73
2.4.4.3	Ocorrência de barras de sedimentos no canal.....	75
2.4.4.4	Ocorrência de ilhas no canal.....	77
2.4.4.5	Meandros.....	78
2.4.4.6	Sinuosidades.....	80
2.4.4.7	Confluências de canais de rios diferentes.....	81
2.4.4.8	Confluências de canais do mesmo rio.....	83
2.4.4.9	Divisões e confluências do canal fluvial.....	85
2.4.5	<i>Hidrodinâmica do canal fluvial</i>	87
2.5	Terras Caídas: fatores e processos sociais	89

2.5.1	Expansão urbana desordenada	90
2.5.2	Construção de prédios na margem do rio	90
5.3.3	Ausência de saneamento básico	92
2.5.4	Circulação de embarcações no rio	92
2.5.5	Desmatamento	92
3	METODOLOGIA	93
3.1	Definição da área e objeto de estudo	93
3.2	Revisão da literatura	94
3.3	Levantamento de dados sociais e ambientais	94
3.3.1	Trabalho de campo	95
3.3.2	Registro fotográfico	96
3.3.3	Utilização de cálculos estatísticos	97
3.3.4	Sensoriamento remoto e cartografia	97
3.3.5	Suscetibilidade	99
4	SÃO PAULO DE OLIVENÇA	100
4.1	Contexto Ambiental	100
4.1.1	Geologia	100
4.1.2	Hipsometria	105
4.1.3	Relevo em relação ao Estado do Amazonas	108
4.1.3.1	Domínio 1 – Planície Amazônica.....	108
4.1.3.2	Domínio 2 – Tabuleiros da Amazônia.....	110
4.1.3.1	Domínio 3 – Domínio Colinoso da Amazônia Ocidental.....	111
4.1.4	Relevo do Município de São Paulo de Olivença	112
4.1.4.1	Domínio de Colinas Amplas e Suaves.....	112
4.1.4.2	Domínio de Colinas Dissecadas e Morros Baixos.....	113
4.1.4.3	Planícies Fluviais ou Fluvio-lacustres (planícies de inundação, baixadas inundáveis e abaciamentos)	114
4.1.4.4	Tabuleiros.....	117
4.1.4.5	Tabuleiros Dissecados.....	117
4.1.4.6	Terraços Fluviais.....	118
4.1.3	Solos	118
4.1.3.1	Argissolos Amarelos.....	120
4.1.3.2	Cambissolos Háplicos.....	122

4.1.3.3	Espodossolos.....	123
4.1.3.4	Gleissolos Háplicos.....	123
4.1.3.5	Neossolos Flúvicos.....	123
4.1.3.6	Plintossolos Háplicos.....	124
4.1.4	<i>Clima</i>	125
4.1.5	<i>Hidrografia</i>	127
4.1.6	<i>Vegetação</i>	136
4.2	Caracterização das Unidades de Paisagem e sua relação com a Suscetibilidade	141
4.2.1	<i>Colinas dissecadas e morros baixos associados à Formação Solimões</i>	143
4.2.2	<i>Colinas dissecadas e morros baixos associados à Formação Içá</i>	149
4.2.3	<i>Colinas amplas e suaves associadas à Formação Içá</i>	150
4.2.4	<i>Planícies fluviais associadas Depósitos Aluvionares Holocênicos</i> ...	150
4.2.5	<i>Tabuleiros associados aos Terraços Holocênicos</i>	152
4.2.6	<i>Tabuleiros dissecados associados à Formação Içá</i>	152
4.2.7	<i>Terraços Fluviais associados à Formação Solimões</i>	152
4.3	Contexto Social	141
4.3.1	<i>Expansão Urbana</i>	141
4.3.2	<i>População</i>	144
4.3.2.1	População e Urbanização.....	147
4.3.3	<i>Renda e pobreza</i>	148
4.3.4	<i>Educação</i>	149
5	DESASTRES EM SÃO PAULO DE OLIVENÇA	151
5.1	As modificações no Leito do Rio Solimões	151
5.2	Os Desastres	154
5.3	Pós-evento de 2010	163
5.4	A situação dos peruanos	165
5.5	A situação da população que foi deslocada	168
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	182
	REFERÊNCIAS	186

1 INTRODUÇÃO

A Amazônia brasileira é o exemplo claro de um grandioso mosaico de paisagens em pleno processo evolutivo, mas com estágios variados. As paisagens ribeirinhas seriam as mais complexas por conta da participação dos rios como principais agentes evolutivos, ainda mais se tratando do Solimões em decorrência de sua formação recente que data do Cenozoico.

As ocorrências de agrupamentos humanos com status de cidades na Amazônia brasileira são parte das paisagens fluviais na perspectiva de elementos participantes das modificações evolutivas. A presença das cidades amazônicas nas margens dos rios tem relação direta com o processo de ocupação da região influenciado pela presença da floresta e pelos canais fluviais que, por conta das características naturais impedem a construção de rodovias, mas funcionaram como vias de interiorização utilizadas até o momento presente.

O Amazonas, assim como outros estados da Região Norte, apresenta um processo de ocupação humana relacionado aos canais fluviais dos principais rios que cortam o território como: Solimões, Negro, Madeira, Purus e Japurá, favorecendo o surgimento de cidades que ampliaram suas dimensões sem planejamento urbano.

Esses perímetros urbanos concentram pessoas, serviços públicos, infraestruturas fixas, atividades econômicas e os rios são as rotas por onde fluem passageiros e mercadorias. Neste sentido a ocupação nas cidades ribeirinhas do Amazonas inicia-se nas margens dos rios e se direciona rumo ao interior da floresta. Esta configuração de expansão espacial torna residentes e estruturas urbanas suscetíveis às Terras Caídas. “Denominação dada, na Região Amazônica, ao escavamento produzido pelas águas dos rios, fazendo com que os barrancos sejam solapados intensamente, assumindo por vezes aspecto assustador.” (Guerra; Guerra, 2010, p. 601)

Observa-se que o conjunto de processos erosivos e movimentos de massa que constituem as Terras Caídas têm ocorrência predominante nos rios de água branca com nascentes na Cordilheira dos Andes (Brasil, 2006) e que transportam argilas em suspensão nas suas águas. Tais rios, são relativamente jovens e não apresentam margens definidas, como é o caso do rio Solimões participante do mega sistema fluvial do Amazonas em direção ao Atlântico Sul que

data do Mioceno, com idade aproximada de dez milhões de anos. (Hasui *et al*, 2012).

Ressalta-se que anualmente ocorrem eventos de movimentos de massa, que constituem as Terras Caídas, e se enquadram como desastres em função da magnitude e intensidade, principalmente, quando atingem áreas urbanas. As Terras Caídas também se relacionam com outros processos que assumem importância, tendo em vista o contexto do desastre natural, dessa forma por exemplo, a relação que se estabelece entre a paisagem urbana ribeirinha e o clima regional deve ser considerado quando se abordam os desastres associados às Terras Caídas.

Ressalta-se que a cidade de São Paulo de Olivença localizada às margens do rio Solimões no oeste do Amazonas é um dos exemplos mais claros dessa situação. Anualmente, na orla fluvial da cidade, ocorrem processos erosivos com movimentação de massas nos quais edificações residenciais e comerciais são perdidas ou danificadas. A população residente nessa área é atingida sofrendo danos materiais com perda das residências.

Os desastres envolvendo as Terras Caídas tendem a ocorrer em uma perspectiva cíclica ou acíclica, sendo assim, é interessante trabalhar em uma escala temporal de 20 anos, de 2001 a 2021, pois é possível identificar quais elementos ou processos tem participado ou não dos eventos, além de estabelecer por frequência quais seriam cíclicos e quais seriam acíclicos.

Neste sentido, em relação à situação já abordada na cidade de São Paulo de Olivença, alguns questionamentos são pertinentes como os que se seguem. Quais formas de relevo estão sujeitas a ação atual da erosão e dos movimentos de massas na sede de São Paulo de Olivença? Em quais bairros há ocorrência de Terras Caídas? Ocorreram modificações urbanas ocasionadas por eventos nas áreas atingidas nos últimos 20 anos? Quais são os fatores desencadeadores dos eventos no perímetro urbano? O que tornaria os residentes mais suscetíveis aos desastres provocados pelas Terras Caídas em áreas nas quais os eventos foram deflagrados?

Acredita-se que seja possível compreender como os processos naturais, sociais, culturais, políticos e econômicos em São Paulo de Olivença contribuem através das interações entre eles para a ocorrência de desastres relacionados às Terras Caídas, visando assim apresentar subsídios para a melhora na qualidade de vida da população residente.

Os desastres envolvendo as Terras Caídas não são processos exclusivamente naturais, pois quando ocorrem em perímetros urbanos, percebe-se que eles apresentam maior intensidade e magnitude em relação aos efeitos que desencadeiam. A ação humana favorece à promoção da suscetibilidade aos processos erosivos e movimentos de massas na paisagem que abriga estruturas urbanas.

Sendo assim se propõe que, na cidade de São Paulo de Olivença, as ocorrências de desastres associados às Terras Caídas têm relação com processos de ordem natural, oriundos de características das estruturas geológica e pedológica na área do assentamento urbano, das dinâmicas morfológica e hidráulica do rio, da neotectônica e do clima regional, os quais interagem com os processos de usos e ocupações do solo sem controle, bem como também, com expansão urbana desordenada na sede municipal.

Para o desenvolvimento da presente pesquisa foi assumido como Objetivo geral a necessidade de “Compreender os eventos de Terras Caídas a partir da perspectiva dos riscos e desastres na cidade de São Paulo de Olivença no Oeste no Estado do Amazonas”. Para se chegar ao objetivo geral, determinou-se como percurso para a pesquisa os seguintes objetivos específicos:

- Identificar áreas suscetíveis aos riscos e desastres relacionados às Terras Caídas.
- Delimitar e caracterizar as unidades de paisagem no município de São Paulo de Olivença.
- Delinear usos, limitações e possíveis potencialidades para as áreas de ocorrências das Terras Caídas.
- Compreender a evolução urbana de São Paulo de Olivença e como se relaciona com as terras caídas.
- Entender como a vulnerabilidade afeta os residentes em áreas atingidas pelas Terras Caídas na cidade.
- Identificar outros possíveis riscos à população da cidade de São Paulo de Olivença configurados como desastres.

A partir da disposição dos objetivos específicos durante o percurso de desenvolvimento da pesquisa a presente tese apresenta uma sequência de

capítulos. No Capítulo 1, **Introdução**, apresenta-se os aspectos iniciais que foram estabelecidos para a realização da pesquisa como objetivo: Objetivo Geral e Objetivos Específicos, Justificativa bem como é apresentada a Área da Pesquisa.

O capítulo 2, trata do **Referencial Teórico-Metodológico**, no qual foram trabalhados autores da Ciência Geografia e de áreas afins que abordam conceitos importantes para a análise dos problemas enfrentados em São Paulo de Olivença, alicerçando o desenvolvimento de cada objetivo que sustenta a tese proposta. Sendo assim foram apresentados e discutidos os conceitos de desastres naturais, riscos, ameaça, perigo, suscetibilidade, vulnerabilidade e dano. Buscou-se também conceituar as terras caídas a partir dos processos naturais e sociais que podem desencadeá-las na paisagem através da litologia e da influência da neotectônica, do clima e do relevo, da expansão urbana desordenada e construções de prédios nas margens dos rios, da ausência de saneamento básico nas cidades ribeirinhas, da circulação de embarcações nos rios e do Desmatamento nas áreas próximas aos canais fluviais.

O capítulo 3, **Metodologia**, apresenta os procedimentos técnicos utilizados no percurso da pesquisa indispensáveis na consolidação das respostas obtidas junto a cada objetivo. Sendo assim o capítulo 3 abordou o desenvolvimento da definição da área e objeto de estudo, da revisão da literatura, bem como, tratou do levantamento de dados sociais e ambientais, através da realização do trabalho de campo e registro fotográfico, e da utilização de cálculos estatísticos, de técnicas de sensoriamento remoto, cartografia e suscetibilidade.

O capítulo 4, intitulado **São Paulo de Olivença**, traz a contextualização ambiental e social do município e apresenta aspectos importantes que permitiram atingir quatro dos objetivos propostos a partir de uma discussão que envolveu elementos físicos e sociais na constituição e dinamização da paisagem. Através da caracterização e análise da geologia, hipsometria, do relevo nas escalas estadual e municipal, dos solos, clima, hidrografia e vegetação associadas à realidade da cidade de São Paulo de Olivença foi possível **identificar** áreas suscetíveis aos riscos e desastres relacionados às Terras Caídas e dessa forma **delimitar e caracterizar** 7 unidades de paisagens no município, nas quais, se abordou qualitativamente a suscetibilidade, bem como **delinear** usos, limitações e possíveis potencialidades para as áreas de ocorrências das Terras Caídas presentes nessas unidades de paisagens. Com a discussão do contexto social, que abordou a

expansão urbana na sede municipal, as características gerais da população quanto à distribuição nos perímetros urbano e rural, à faixa etária e ao sexo, na perspectiva da renda associada à pobreza e ao nível da educação formal foi possível **compreender** a evolução urbana de São Paulo de Olivença e como se relaciona com as terras caídas e **entender** como a vulnerabilidade afeta os residentes em áreas atingidas pelas Terras Caídas na cidade.

O capítulo 5, intitulado **Desastres em São Paulo de Olivença**, aborda as modificações no leito do rio Solimões que contribuíram com ocorrência das terras caídas na orla da cidade, relacionando temporalmente com os desastres processados em 2010 e posteriores eventos. Trata da situação da população local atingida consolidando a compreensão da evolução urbana de São Paulo de Olivença e como as pessoas têm se relacionado com as terras caídas a partir dos eventos ocorridos, além de complementar o entendimento de como a vulnerabilidade afetou e afeta os residentes nas áreas atingidas pelas Terras Caídas na cidade. Também foi possível **identificar** outros possíveis riscos à população da cidade de São Paulo de Olivença configurados como desastres, associados às cheias sazonais do rio Solimões que afetam os que residem nas planícies fluviais localizadas próximas às confluências dos igarapés Inaquetê e Ajaratuba com o Solimões.

Por fim, o capítulo 6, trata das **Considerações Finais** sobre a pesquisa realizada encerrando o trabalho.

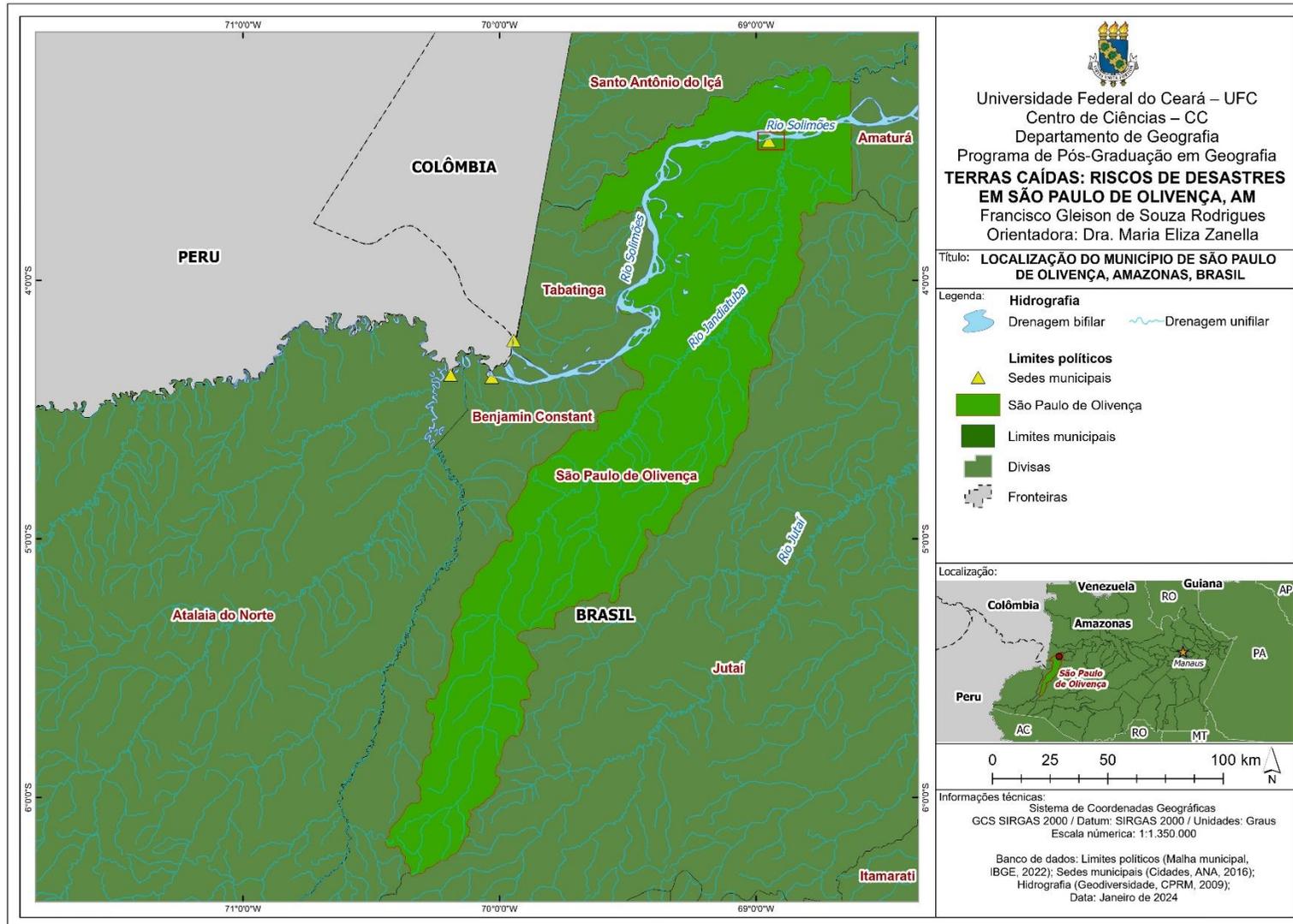
1.1 Área da Pesquisa

Considerou-se a cidade de São Paulo de Olivença como um exemplo claro da ocorrência de desastres associados ao processo de ocupação e expansão urbana sem planejamento por localizar-se às margens de um rio como o Solimões. Observou-se a ocupação irregular de uma estrutura morfológica diretamente ligada à dinâmica fluvial do rio Solimões e a outros fatores tornando-a sensível a processos erosivos e a movimentações de massas que atingem camadas da população da cidade ocasionando danos sociais e econômicos.

A área da pesquisa localiza-se na sede do município de São Paulo de Olivença, assentada na margem direita do rio Solimões no oeste do estado do Amazonas distante, aproximadamente, 1.008,00 km de Manaus, apresentando uma extensão territorial de 19.658,502 km² (Amazonastur, 2020), faz fronteira com os

municípios de: Tabatinga, Benjamin Constant, Jutai, Santo Antônio do Içá e Amaturá como pode ser observado no mapa 1.

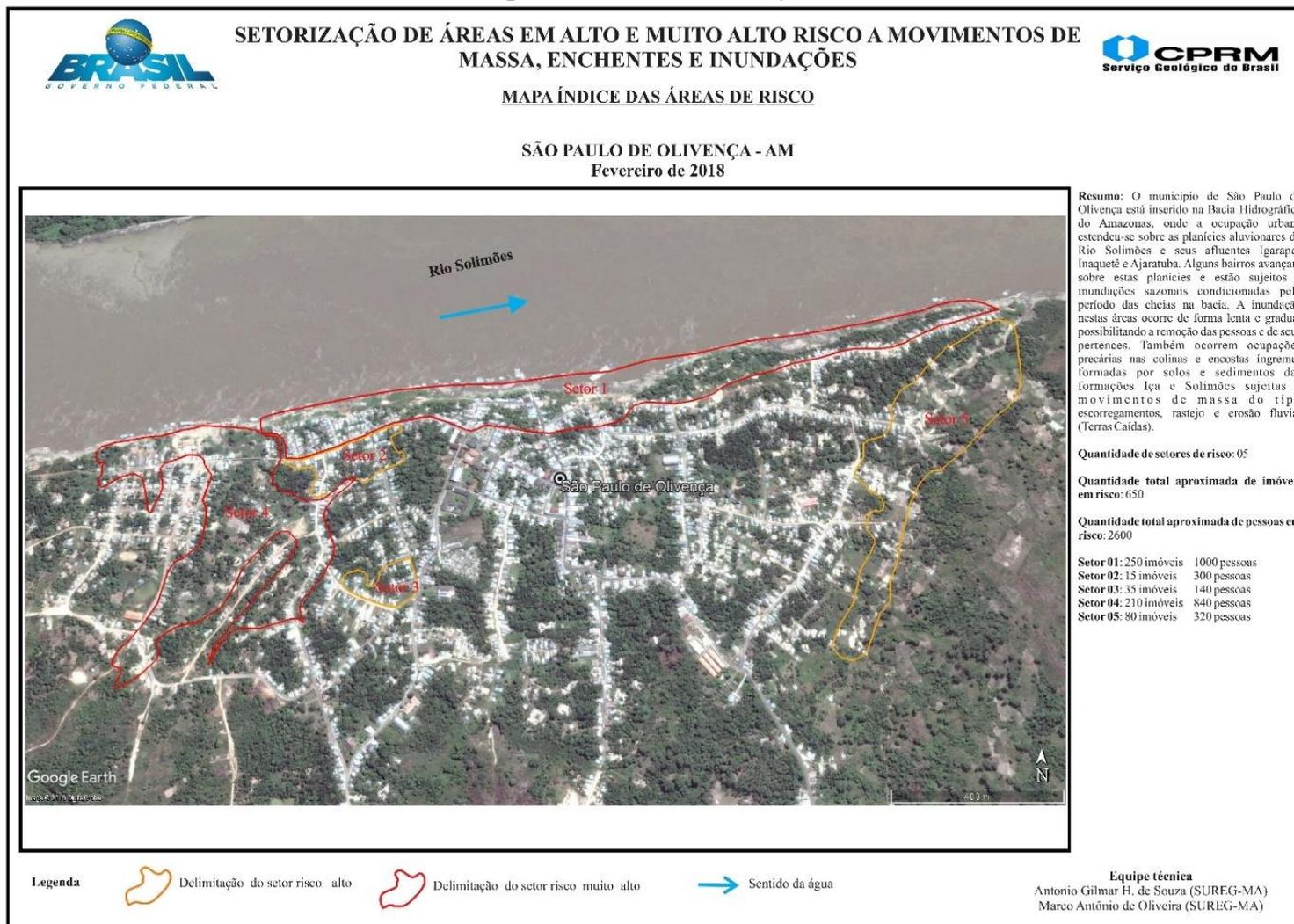
Mapa 1 – Localização de São Paulo de Olivença, Amazonas, Brasil



No ano de 2010 ocorreram eventos de terras caídas de proporções consideráveis na margem do Solimões na sede de São Paulo de Olivença, fato que motivou a realização de um relatório técnico pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM). Posteriormente em 2014 e 2018, no município, as áreas afetadas foram revisitadas pelos técnicos do CPRM gerando novos relatórios, mapas e registros fotográficos expondo os espaços caracterizados pelos riscos que envolvem fenômenos de deslocamentos de massas e inundações. De acordo como o relatório no ano de 2018 existiam em torno de 2000 pessoas residindo em locais que se encontravam sujeitos aos riscos de desastres relacionados às terras caídas (CPRM, 2018). Dessa forma, a presente pesquisa, foi desenvolvida inicialmente tomando por base a delimitação realizada pela CPRM e que teve como aspecto principal a possibilidade de ocorrências de terras caídas que afetariam diretamente a população local. Estas áreas podem ser observadas em destaque na figura 2.

Tendo como base a figura 2 a área da perspectiva relaciona-se aos setores 01, 02, 03 e 04, em acordo com a metodologia de classificação adotada pela CPRM.

Figura 1 – Área da Pesquisa



Fonte: Serviço Geológico do Brasil (2018, p. 9)

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO

2.1 Desastres naturais?

Os seres humanos, ao longo da história de sua existência nas mais diversas sociedades que um dia habitaram e aquelas que atualmente ocupam os variados espaços da Terra, têm convivido com toda sorte de eventos como: furacões, abalos sísmicos, vulcões, incêndios, deslizamentos, avalanches e tantos outros que se refletem nas estruturas social e ambiental. Suas ocorrências, no passado, estiveram intimamente associadas aos processos naturais presentes na evolução do próprio planeta. No entanto, com o desenvolvimento econômico e tecnológico das sociedades no tempo e no espaço, cada vez mais esses eventos que são denominados de desastres naturais, passaram a ocorrer com maior frequência e intensidade, ceifando vidas, danificando construções, gerando volumosas perdas econômicas e modificando os processos geoambientais. Percebe-se que

Nas últimas décadas, o número de registro de desastres naturais em várias partes do mundo vem aumentando consideravelmente. Isto se deve, principalmente, ao aumento da população, a ocupação desordenada e ao intenso processo de urbanização e industrialização. Dentre os principais fatores que contribuem para desencadear estes desastres nas áreas urbanas destacam-se a impermeabilização do solo, o adensamento das construções, a conservação de calor e a poluição do ar. Enquanto que nas áreas rurais, destaca-se a compactação dos solos, o assoreamento dos rios, os desmatamentos e as queimadas. (Kobiyama *et al*, 2006, p. 01)

Sendo assim, no presente momento da história humana, cada vez mais firma-se a certeza de que nenhuma nação está livre de ser atingida e sofrer algum tipo de dano ocasionado pelos desastres naturais. A esse respeito, Saito, Soriano e Londe afirmam que

Desastres naturais podem ocorrer em qualquer continente, região ou país do mundo. Algumas regiões são mais afetadas devido à magnitude e à frequência dos fenômenos e à vulnerabilidade do sistema social. Alguns grupos populacionais também podem ser mais vulneráveis que outros, como é o caso de crianças e idosos. (Saito; Soriano; Londe, 2015, p.24)

Diferentes países têm sofrido algum tipo de desastre com origens nos processos naturais da Terra em seus territórios nos últimos 20 anos: abalos sísmicos de grande intensidade, tsunamis, inundações, furacões, tempestades tropicais,

avalanches entre tantos outros. Estes eventos tornam-se potencialmente dramáticos quando ocorrem em áreas nas quais a população seja mais vulnerável economicamente, bem como, o sistema social e econômico local, regional ou nacional seja deficiente tornando os habitantes suscetíveis aos desastres. Bass acrescenta que,

Natural disasters set back development gains: the destruction of infrastructure and erosion of livelihoods are direct outcomes of disasters. Disasters cause significant pressures on national and household budgets diverting investments aiming to reduce poverty and hunger and provide access to basic services. (Baas *et al*, 2008, p.10)

Os desastres podem ser limitantes do desenvolvimento econômico e social pois, quando ocorrem, geram prejuízos financeiros nas mais variadas vertentes ao atingirem a força humana de trabalho, sobrecarregarem os sistemas de saúde, danificarem às infraestruturas de transporte, moradia, educação, trabalho, e gestão administrativa. Dessa forma, projetos que estão em desenvolvimento ou futuros, que beneficiariam determinada população, são interrompidos, desfeitos ou postos de lado por conta da necessidade de se reconstruir o que foi destruído na ocorrência do desastre levando, muitas vezes, à população a uma situação de maior vulnerabilidade no pós-desastre a longo prazo.

Unsustainable development increases disaster risk: unplanned urbanization, environmental degradation and inappropriate land use are key factors contributing to the increase in natural hazards and loss of lives and assets when hazards turn into disasters. For example, the destruction of forests can increase the risk of devastating mud slides during heavy rains and storms. (Baas *et al*, 2008, p.10)

As ações humanas não planejadas e que não se atentam aos processos ambientais terminam por ampliar as possibilidades de ocorrência de desastres induzindo ou intensificando a deflagração de eventos. O desmatamento, a ocupação de áreas de encostas e margens de rios, os barramentos falhos de rios e detritos da mineração, o descarte inadequado de resíduos sólidos são alguns exemplos de práticas humanas que podem promover, facilitar e intensificar as ocorrências de desastres.

Logo, percebe-se que a expressão “desastre natural” não explica ou mesmo traduz a realidade atual de suas ocorrências. “Os desastres naturais podem ser caracterizados e conceituados de várias formas, de acordo com diferentes linhas de pensamento [...]” (Saito; Soriano; Londe, 2015, p.24). Sendo assim, para que se

possa entender as nuances presentes na compreensão do que são “desastres naturais”, é necessária uma releitura dos conceitos estabelecidos, bem como, os que buscam reformular os significados dessa expressão. Não se trata de abordar todos os conceitos já constituídos, mas, os que são utilizados por órgãos nacionais e internacionais, além dos que estão em discussão no âmbito da Geografia no Brasil. Carvalho apresenta uma breve contextualização sobre a evolução do entendimento do “desastre” ao longo da história humana:

No primeiro momento, o desastre era visto como um fenômeno divino, como manifestação da fúria dos Deuses. Num segundo momento, as catástrofes, sobretudo as naturais, passaram a ser percebidas como uma demonstração da grandiosidade e do poder devastador da natureza, contra o qual o homem pouco podia fazer. Finalmente, na era contemporânea, os desastres, mesmo que de alguma forma desencadeados por eventos naturais, apenas atingem a condição de desastres quando alimentados por vulnerabilidades socialmente (re)produzidas. É a partir deste momento que estes passam a ser geridos por processos de racionalidade limitada, com o escopo de antecipar e responder a estes. (Carvalho, 2020, p. 17)

Mesmo não expressando temporalidades específicas, Carvalho expõe de forma básica como, de uma forma geral, o ser humano modificou a compreensão do reconhecimento e da forma de lidar com o desastre a partir do desenvolvimento das sociedades.

De acordo com a United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UNISDR), desastre é

Una seria interrupción en el funcionamiento de una comunidad o sociedad que ocasiona una gran cantidad de muertes al igual que pérdidas e impactos materiales, económicos y ambientales que exceden la capacidad de la comunidad o la sociedad afectada para hacer frente a la situación mediante el uso de sus propios recursos. (UNISDR, 2009, p.13)

É importante destacar que o conceito apresentado não é delimitado pela palavra natural, logo a UNISDR amplia o significado de desastre relacionando suas consequências ao contexto social, através das perdas sofridas por um grupo social decorrentes de um evento, bem como a ausência de capacidade própria de sanar ou amenizar os impactos gerados. Percebe-se assim que o processo que culmina em um desastre vai além dos aspectos físicos da área de sua ocorrência e imbrica-se inevitavelmente com os aspectos sociais, econômicos, políticos, culturais e de desenvolvimento tecnológico.

Brasil, através do Ministério da Integração Nacional com base na Instrução Normativa Nº 2 de 20 de dezembro de 2016, conceitua desastre no

Glossário de proteção e defesa civil como “Resultado de eventos adversos, naturais, tecnológicos ou de origem antrópica, sobre um cenário vulnerável exposto à ameaça, causando danos humanos, materiais ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais” (2017, p.22). O conceito dispõe a classificação dos desastres quanto a origem em: naturais, tecnológicos e antrópicos, no entanto existem outras proposições que serão abordadas posteriormente.

Ressalta-se ainda a presença de outras palavras que também se alicerçam em direcionamentos conceituais próprios como vulnerabilidade, ameaça e danos. Seguindo esta linha existe um verdadeiro arcabouço técnico-conceitual que compõe a base teórica do que se denomina desastre natural, tais como: risco, perigo e resiliência, entre outros, que gera debates no meio acadêmico em função das especificidades associadas à diversas linhas de pensamento em cada ciência que trabalha com o tema. A UNISDR afirma que

Con frecuencia, se describe a um desastre como el resultado de la combinación de la exposición a una amenaza, las condiciones de vulnerabilidad presentes, y capacidades o medidas insuficientes para reducir o hacer frente a las posibles consecuencias negativas. El impacto de los puede incluir muertes, lesiones, enfermedades y otros efectos negativos en el bienestar físico, mental y social humano, conjuntamente con daños a la propiedad, la destrucción de bienes, la pérdida de servicios, trastornos sociales y económicos y la degradación ambiental. (UNISDR, 2009, p.14)

Um desastre, geralmente, deixa um rastro de efeitos danosos bem variados na área em que ele se manifestou que podem ser resolvidos rapidamente ou demorar décadas para se amenizar a situação, quando for possível. O fato é que uma série de questões anteriores ao desastre tendem a intensificá-lo e são capazes de tornar a superação dos danos desencadeados bastante complicada. Sendo assim é certo que “Disasters take a devastating toll on countries’ development, economies, and environment in all regions of the world and thereby severely compromise human security and livelihoods. (Thywissen, 2006, p. 10)”. Mesmo em países ricos, as condições de: vulnerabilidade, suscetibilidade e negligência aos riscos e perigos são fundamentais na ocorrência e efeitos dos desastres. No entanto, países, regiões, estados, cidades, bairros e localidades em que essas condições são mais gritantes por conta da fragilidade do sistema socioeconômico, os desastres são mais devastadores, assim como a recuperação é mais complexa. Uma economia debilitada não está preparada para sofrer perdas e, concomitantemente, realocar recursos financeiros na tentativa de minimizar os

problemas que surgem com um evento que fragiliza ainda mais a população e as estruturas sociais da área atingida.

O desastre é o ápice de um processo que foi desencadeado anteriormente a sua ocorrência e que deixa marcas profundas na população atingida. Para compreendê-lo é necessário reconhecer e entender como outros componentes se inserem e participam do seu transcurso, sendo indispensável ao entendimento de alguns subprocessos que desencadeiam um desastre.

2.1.1 O risco

Para entender o desastre faz-se necessário retornar aos momentos anteriores que expõem quais situações ou questões alimentaram o processo que culminou no desastre. O que houve antes? É possível encontrar elementos que possam ser marcadores temporais e indicariam a possibilidade do desastre no futuro? A resposta é sim e, o risco assume uma importância basilar no entendimento do desastre, o qual pode ser considerado como:

1. Medida de dano potencial ou prejuízo econômico expressa em termos de probabilidade estatística de ocorrência e de intensidade ou grandeza das conseqüências previsíveis.
2. Probabilidade de ocorrência de um acidente ou evento adverso, relacionado com a intensidade dos danos ou perdas, resultantes dos mesmos.
3. Probabilidade de danos potenciais dentro de um período especificado de tempo e/ou de ciclos operacionais.
4. Fatores estabelecidos, mediante estudos sistematizados, que envolvem uma probabilidade significativa de ocorrência de um acidente ou desastre.
5. Relação existente entre a probabilidade de que uma ameaça de evento adverso ou acidente determinado se concretize e o grau de vulnerabilidade do sistema receptor a seus efeitos. (Castro, 2002, p.162)

Na perspectiva do que foi exposto é coerente afirmar que o risco antecede o desastre, logo, é imprescindível compreendê-lo, pois através do mesmo pode-se gerar medidas preventivas que eliminariam ou amenizariam um desastre. Em todas as definições apresentadas por Castro há a presença da probabilidade indicando a possibilidade de se representar, reconhecer e entender o risco através da matemática. Carvalho & Galvão (2006, p. 29) propõe a seguinte fórmula como forma de cálculo do risco: $R = P(fA) * C(fV) * g^{-1}$ para a qual afirmam que:

[...] um determinado nível de risco **R** representa a probabilidade **P** de ocorrer um fenômeno físico (ou perigo) **A**, em local e intervalo de tempo específicos e com características determinadas (localização, dimensões, processos e materiais envolvidos, velocidade e trajetória); causando conseqüências **C** (às pessoas, bens e/ou ao ambiente), em função da vulnerabilidade **V** dos elementos expostos; podendo ser modificado pelo grau de gerenciamento **g**. (Carvalho; Galvão, 2006, p. 29)

Ressalta-se a participação do perigo, da vulnerabilidade e do gerenciamento na fórmula, no entanto, a probabilidade e as conseqüências são as bases para o entendimento do risco através do uso da matemática. No entanto, não deve significar que somente aspectos quantitativos devem ser considerados na predição ou no estabelecimento de riscos potenciais ou na consumação de algum desastre.

Essa equação nos diz que, ao olharmos para uma “situação de risco”, devemos, em primeiro lugar, identificar qual é o perigo, que processos naturais ou da ação humana o estão produzindo, em que condições a sua evolução poderá produzir um acidente e, qual a probabilidade deste fenômeno físico ocorrer. Após chegar a este ponto – o de vislumbrar o processo gerador do acidente – devemos avaliar as conseqüências que ele causará. Não há risco sem alguma probabilidade de acidente nem acidente sem qualquer conseqüência de perda ou de dano. Finalmente, podemos atuar sobre o problema, diminuindo o risco através de um melhor gerenciamento. (Carvalho; Galvão, 2006, p. 29)

É notória a necessidade de se consolidar o gerenciamento como ferramenta na prevenção dos riscos e desastres e, mesmo que após o estabelecimento das devidas providências impeditivas da ocorrência de eventos desastrosos eles venham a se materializar, o gerenciamento poderá minimizar os efeitos danosos à comunidade atingida. Ao se gerenciar o risco pode reduzir bastante a possibilidade da materialização do desastre em um momento prévio e, durante a ocorrência do desastre, a efetivação de ações coordenadas a partir de um comando ou centro de gerência pode minimizar de forma bastante significativa os danos presentes e futuros.

A análise de risco é um processo de avaliação das probabilidades de ocorrência de eventos e impactos. Diversas teorias apontam fases a serem executadas neste processo, e todas avaliam os impactos, as probabilidades de ocorrência e os riscos envolvidos, apontando as ameaças concretas, as formas de controle e sua vulnerabilidade. (Aquino; Paletta; Almeida, 2017, p. 21)

A análise do risco considera algumas questões que estão inseridas no contexto do estudo dos desastres. Sendo assim, há uma gama considerável de

pesquisadores que atuam na temática dos desastres na perspectiva das geociências para os quais “[...] a noção de risco é frequentemente tratada como um produto da probabilidade de ocorrência de um fenômeno natural indutor de acidentes pelas possíveis consequências que serão geradas (perdas econômicas ou sociais) em uma dada comunidade. (Souza; Zanella, 2010, p.12).

Em termos matemáticos o risco apresenta-se pela seguinte fórmula: $R(\text{risco}) = P(\text{probabilidade}) \times C(\text{consequências})$ a qual é largamente utilizada. No entanto, existe uma corrente de pesquisadores que a criticam por conta do reducionismo imposto e que termina por não traduzir a real condição do risco que antecede um evento de desastre já que a probabilidade não explica a complexidade presente em uma situação de risco na qual a ameaça e a vulnerabilidade são consideradas. (Souza; Zanella, 2010). Deve-se considerar que

À primeira vista, os conceitos de ameaça e de vulnerabilidade podem apresentar alguma similaridade com os conceitos de probabilidade e de consequência (componentes da expressão $R = P \times C$), mas acabam por traduzir de maneira mais fiel as situações de risco, especialmente pela forma como são tratados, mantendo profunda dependência entre si e com isso apresentando uma menor dose de reducionismo. (Souza; Zanella, 2010, p.13)

A esse respeito Saito, Soriano e Londe (2015) apresentam uma fórmula na qual a estrutura e as variáveis possibilitam uma aproximação maior da realidade: $R(\text{risco}) = P(\text{perigo}) \times V(\text{vulnerabilidade})/Re(\text{resposta})$. Os autores acrescentam que

Ao analisar essa equação, é possível inferir que quanto maior a resposta, menor o risco, e que se o perigo ou a vulnerabilidade for igual a zero o risco não existe. Assim, é possível concluir que o risco só existe mediante um fenômeno com potencial de gerar danos a uma comunidade vulnerável e está diretamente relacionado à sua resposta. (Saito; Soriano; Londe, 2015, p. 26)

Algo interessante a ser ressaltado é que, com esta fórmula, confirma também a diferenciação entre cada grupo que vivencia um evento de desastre, tendo em vista que a resposta sempre será diferente, seja no tempo ou no espaço.

Os riscos fazem parte de um contexto que pode estar associado ao perímetro urbano, bem como ao ambiente rural. O meio rural enfrenta uma gama de problemas que se associam aos riscos de desastres em função das ações utilizadas no campo visando o aumento da produtividade agropecuária por exemplo. A necessidade de se obter uma maior produção em um tempo menor eleva os riscos em diversos aspectos nos sistemas produtivos presentes no campo como: risco de

contaminação dos solos e do lençol freático com produtos químicos, risco de se exaurir os solos, riscos de se desencadear processos erosivos entre outros, ou seja, meio rural não está livre de riscos potencialmente causadores de desastres. No entanto, os riscos associados aos processos urbanos assumem um caráter de multiplicidade e intensidade mais destacados por conta de diversos fatores. Sendo assim,

Os riscos urbanos devem tratar das consequências da ocupação de determinada área, estabelecendo uma ocupação urbana. Entende-se por ocupação urbana ou urbanização a apropriação de um espaço rural que é modificado pelo desenvolvimento civilizatório e tecnológico. Frequentemente, nesse processo devem estar presentes a disposição de infraestrutura como esgoto, água, gás e eletricidade, além de serviços como escolas, transportes de massas, hospitais, praças, etc. Os riscos que surgem nesse caso estão constantemente associados à ocupação desordenada, envolvendo a contaminação ou impermeabilização do solo, aumento da temperatura global devido a queima de combustíveis e a instabilidade de encostas, entre outros. (Aquino; Paletta; Almeida, 2017, p. 17)

Dessa forma entende-se que o meio urbano, principalmente áreas sem planejamento, são fontes em potencial do estabelecimento de riscos e da ocorrência de desastres associados a eles. As cidades são espaços soberanos dos riscos em vários aspectos, como os relacionados à violência diária, aos acidentes no trânsito, às doenças respiratórias que atingem a população em massa decorrentes das doenças sazonais e dos resíduos produzidos por veículos e indústrias, mas, principalmente, ao desordenamento urbano.

As cidades, de uma forma geral, crescem sem planejamento tomando para si áreas que não são apropriadas para a construção como pântanos, várzeas, margens e leitos de rios, entornos de lagos e lagoas e áreas com declividades acentuadas por exemplo. Soma-se a essas situações a retirada da vegetação nativa e a impermeabilização dos solos associadas às chuvas torrenciais, no caso de áreas com clima tropical e, para completar, associa-se ainda uma população, muitas vezes, vulnerável em termos econômicos e sociais. Essa é a configuração de múltiplos riscos que predispõem uma rua, um bairro, uma comunidade, uma cidade ao desastre.

Dauphiné e Provitolo (2013) apontam uma série de premissas que tratam da relação entre risco e desastre, as quais são interessantes de se considerar em uma discussão sobre o assunto:

- a) As noções de risco e desastre estão além de um único plano pois englobam múltiplas realidades;
- b) Deve-se entender que na relação entre risco e desastre há uma diferenciação entre o que é potencial, o que pode acontecer e o que acontece no plano do real;
- c) O risco diz respeito ao reconhecimento de um desastre que ainda não se concretizou;
- d) O desastre pode não se concretizar, logo, a existência do risco continua no universo das possibilidades;
- e) O provável e o real implicam em desencontros e desacertos na identificação de uma catástrofe;
- f) Risco e catástrofe são diferentes, sendo assim, nunca há concordância entre eles, seja: temporal, espacial ou até mesmo no tocante à intensidade ou magnitude;
- g) O desastre tem uma característica que o torna tão complicado: a imprecisão de sua ocorrência, ainda que se tenha um bom reconhecimento do risco que o antecede.
- h) Mesmo a delimitação da espacialização do risco não será capaz de dar certeza plena da área de abrangência de um desastre. Sendo assim a dimensão espacial é um problema que diferencia risco e desastre.
- i) Um risco é uma possibilidade extremamente próxima ao real, mas, ainda assim é uma possibilidade, significando que haverá uma diferença entre a intensidade prevista em um risco e o que se concretiza quando ocorre um desastre.

Le risque caractérise un événement identifié mais non réalisé. On distingue « le risque quantifié » à partir de séries statistiques d'événements s'étant déjà produits, du « risque non quantifié » du fait de l'absence de séries statistiques. Par ailleurs, le risque ne peut pas être daté, car on ne sait pas quand il se produira, mais on peut faire des hypothèses sur sa période de récurrence, sa durée et sur le lieu où il pourrait se produire. (Dauphiné; Provitolo, 2013, p.23)

Por conta de sua natureza o risco é real, mas não é um evento concreto. Ele pode ser calculado a partir da ocorrência de pequenos eventos com baixa intensidade e, aparentemente, sem nenhuma conexão entre eles. Logo, quantificar o risco a partir de variáveis e/ou processos que tendem a culminar em um desastre ou

intensificá-lo é importante. Porém, a ausência de dados quantitativos por não ocorrência de eventos anteriores e similares na área em questão ou por falta de ação governamental dificultam a caracterização do risco e a previsibilidade do desastre.

É certo que, por vezes, com dados coletados e estudos realizados é possível determinar a existência dos riscos, mas não a data de sua materialização através do desastre, no entanto, sem dados sobre o que ocorreu ou está se processando, ações que envolvem riscos e desastres tornam-se mais complexas, ou seja, as condições de lidar com um evento seriam mais difíceis.

Uma questão se coloca: como construir toda uma estrutura de prevenção à desastres, baseada em riscos a qual necessita de recursos financeiros e humanos, bem como da colaboração da população sem a garantia de que o desastre irá ocorrer e se ocorrer pode ter uma dimensão bem inferior ao que foi previsto? Situações como essa podem gerar interpretações errôneas pela sociedade e até mesmo pelos gestores.

Deve-se então considerar que “Il n’y a jamais de concordance, ni temporelle, ni spatiale, ni en intensité, entre le risque et la catastrophe. [...] La catastrophe survient généralement à une date non prévue, malgré une anticipation relativement satisfaisante du risque. [...] (Dauphiné; Provitolo, 2013, p.25). Gestores e população envolvida devem ser alertados para essas questões, mas sem reduzir a importância da prevenção dos desastres através da compreensão e minimização dos riscos. Sendo assim, deve-se considerar ainda que a dimensão espacial tem uma participação importante na prevenção dos desastres ao se considerar os riscos e não deve ser subestimada.

Le décalage entre risque et catastrophe concerne aussi la dimension spatiale. La géographie des risques est généralement une géographie aréale. Les experts ou les citoyens reconnaissent des zones à risque relativement vastes. Les véritables catastrophes sont généralement plus localisées. Elles sont ponctuelles et normalement situées à l’intérieur des zones de risque, même si leurs effets peuvent déborder largement les limites de ces aires, notamment dans le cadre des catastrophes faisant intervenir la circulation atmosphérique, telles les catastrophes chimiques, nucléaires, ou volcaniques. (Dauphiné; Provitolo, 2013, p.23)

Existem desastres de grandes proporções que podem abranger uma área bem maior da que foi prevista e atingir um contingente populacional igualmente superior. No entanto, percebe-se que os desastres que se materializam de forma

mais constante são mais pontuais, mas não se deve incorrer no erro de se estabelecer uma menor gravidade ou importância para eles pois continuam sendo desastres com potencial de causar danos econômicos, sociais e, principalmente, perdas humanas.

É interessante realizar uma correlação com as terras caídas que são eventos pontuais, atingem uma parcela reduzida dos habitantes de um município e geram danos locais, mas deve-se considerar que a população atingida, geralmente, já se encontra em situação de vulnerabilidade e os municípios não contam com sistemas de ações que promovam uma recuperação rápida da infraestrutura atingida e de apoio à população.

Outro fato que se deve considerar é que as terras caídas não ocorrem em vários municípios da região amazônica e em realidades diversas como áreas urbanas e rurais nas margens dos rios habitadas por agricultores pescadores sendo esses indígenas ou não. Logo, ao somar-se todos os eventos que ocorrem em um ano há uma probabilidade de se ter um contingente considerável de pessoas e áreas atingidas em uma espacialização descontínua na Amazônia brasileira tornando esses desastres pontuais em um problema regional.

2.1.2 Ameaça e Perigo

Convém ressaltar que ameaça e perigo surgem como sinônimos nas propostas anteriores, logo, torna-se interessante, conceituar cada termo. Sendo assim a ameaça pode ser considerada como

1. Risco imediato de desastre. Prenúncio ou indício de um evento desastroso. Evento adverso provocador de desastre, quando ainda potencial.
2. Estimativa da ocorrência e magnitude de um evento adverso, expressa em termos de probabilidade estatística de concretização do evento (ou acidente) e da provável magnitude de sua manifestação. (Castro, 2002, p. 18)

A ameaça seria um componente identificável de um processo que, muito provavelmente, culminaria no desastre e expressa matematicamente, através da probabilidade estatística, a ocorrência do desastre. Perigo diz respeito a “Qualquer condição potencial ou real que pode vir a causar morte, ferimento ou dano à propriedade. A tendência moderna é substituir o termo por ameaça.” (Castro, 2002, p. 191). Pode-se perceber que perigo e ameaça são bem próximos, ao ponto de se

tornarem sinônimos no qual o segundo substituiria o primeiro segundo o autor. Para a UNISDR o termo ameaça relaciona-se a

Un fenómeno, sustancia, actividad humana o condición peligrosa que pueden ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales. (UNISDR, 2009, p.05)

As ameaças estão associadas a condições delineadas por uma visão técnica pautada em dados relativos à historicidade e análises científicas de eventos que propõe a delimitação a partir da frequência de ocorrência em função de uma escala de intensidade e de sua localização (UNISDR, 2009). O órgão também conceitua a ameaça sócio-natural como sendo

El fenómeno de una mayor ocurrencia de eventos relativos a ciertas amenazas geofísicas e hidrometeorológicas, tales como aludes, inundaciones, subsidencia de la tierra y sequías, que surgen de la interacción de las amenazas naturales con los suelos y los recursos ambientales explotados en exceso o degradados. (UNISDR, 2009, p.08)

Mendonça e Buffon (2021, p. 23) utilizam o termo “Riscos Híbridos” para tratar de eventos que “tem origem na associação entre dois ou mais riscos específicos (naturais, sociais, tecnológicos, etc.) sendo intensificados pela imbricação de elementos e fatores diversos.” Aproximando-se da ameaça sócio-natural dada pela UNISDR. Lourenço e Nunes utilizam “Riscos Mistos” afirmando:

Os riscos mistos, de componente ambiental, associam-se a fenómeno potencialmente perigosos com causas combinadas, ou seja, para a sua manifestação concorrem condições naturais e/ou ações antrópicas. Resultam, assim, da combinação de ações continuadas da atividade humana com o funcionamento dos sistemas naturais, incluindo-se neste conjunto os incêndios florestais, a contaminação de cursos de Água e aquíferos e a degradação e contaminação dos solos. (Lourenço; Nunes, 2019, p. 11).

Esses termos demonstram a busca por uma explicação que dê conta da frequência de ocorrência, cada vez maior, dos desastres que têm superado as probabilidades de ocorrências “naturais” deles. Olímpio, ao comentar a produção científica que envolve a estruturação científica do risco, ressalta a necessidade de se investigar os elementos do risco tendo por base a avaliação do perigo, a suscetibilidade e a vulnerabilidades. Nesse sentido avaliar o perigo diz respeito à

[...] identificação dos perigos o qual o meio é suscetível, com base em conhecimentos anteriores no local ou em outros com características semelhantes. Deve-se avaliar a abrangência espacial dos fenômenos perigosos, quando ocorrem, como evoluem, entre outras características. (Olímpio, 2017, p.40)

Dessa forma é interessante verificar a historicidade de ocorrência de eventos passados buscando entender a espacialidade e a intensidade, entre outras características de cada desastre, como os residentes foram atingidos e o tipo de resposta que deram ao acontecimento.

2.1.3 Suscetibilidade

Um desastre ocorre em uma área determinada na qual, geralmente, certas características do meio físico atuaram na origem do evento, entrelaçadas à ação da sociedade. Sendo assim, como um componente importante para se entender determinados aspectos do desastre, a suscetibilidade do meio natural deve investigada sendo compreendida como

[...] definição de quanto o meio natural é suscetível a um evento perigoso, dado pelas características estruturais e dinâmicas do sistema natural. Nesta etapa não se deve restringir a análise apenas aos elementos do quadro natural, desconsiderando as modificações ocasionadas pelas intervenções de origem antropogênica, mas as abarcarem enquanto um elemento transformador da dinâmica dos sistemas naturais. (Olímpio, 2017, p.40)

As terras caídas podem ser consideradas fenômenos naturais com origem em várias situações relacionadas à dinâmica fluvial, mas, tornam-se problemas ao atingirem uma comunidade ou cidade, as quais mantém algum tipo de relação desarmônica com o ambiente natural como a ocupação irregular das margens de um rio, fragilizando-o e tornando-o suscetível à processos erosivos mais intensos.

2.1.4 Perigo

O perigo é um componente importante do risco e, por consequência, do desastre e não deve ser subjugado. É a probabilidade de algo poder ocorrer e, no caso de um desastre, o perigo predispõe um evento que pode causar perdas econômicas e, principalmente, mortes de pessoas em uma determinada área.

Every disaster starts with a hazard – known or unknown. There are many ways to characterize hazards, e.g. natural, technical, man-made, nuclear, ecological. The categories are probably as diverse as the disciplines and sectors involved. But they all have in common the potential to cause the severe adverse effects that lie at the bottom of every emergency, disaster, and catastrophe. (Thywissen, 2006, p. 35)

A existência do perigo impõe a possibilidade de ocorrência de um desastre e, por vezes, os habitantes e gestores de uma comunidade ou bairro, não veem ou não dão a devida importância ao perigo presente. Muitos perigos são negligenciados e é comum para as pessoas em diferentes situações de perigo questionarem quando são alertadas sobre determinado perigo: “Isso nunca aconteceu, por que haveria de acontecer agora? Por que eu deveria me preocupar com algo que nunca ocorreu?” Os perigos podem ser bem diversos em determinada área por conta das mais variadas causas e características que os determinam a ponto de não serem percebidos. Perigos não são aceitos ou são negligenciados por: não serem visíveis; não ocorrerem com frequência; gerarem danos a longo prazo; promoverem desastres em áreas distantes, aparentemente sem conexão com a vida da maioria das pessoas e, assim, uma existência de negligências aos perigos segue.

Les recherches scientifiques réalisées dans le domaine des risques ont longtemps privilégié l'étude du risque sous le seul angle de l'aléa. Malgré son apparente simplicité, la notion d'aléa est plus complexe qu'il n'y paraît. L'aléa peut désigner, soit les caractéristiques d'un phénomène, soit la probabilité d'occurrence et d'intensité dans une région, au cours d'une période, d'un phénomène donné. L'aléa peut être naturel (inondation, tremblement de terre, éruption volcanique, cyclone, avalanche, etc.). Il peut être lié aux technologies mises en oeuvre par les hommes (explosions d'usines chimiques, naufrage de pétroliers, etc.). Il peut relever de la violence des rapports sociaux (guerres, terrorisme, etc.). Enfin, il peut provenir d'autres espèces vivantes (épidémies). (Dauphiné; Provitolo, 2013, p.29)

Ao utilizar o enfoque do perigo, considerando a complexidade que sua noção apresenta, a pesquisa científica auxilia de forma contundente a compreensão do risco. Dauphiné e Provitolo, explicam que, no entendimento do perigo, ele pode apresentar características de um fenômeno em uma região como: probabilidade de ocorrência, intensidade e período. O perigo pode ter origem natural, nas tecnologias humanas, bem como na violência dos conflitos sociais ou ainda a partir de outras espécies vivas.

[...] One important feature of hazard is that it has the notion of probability, or a likelihood of occurring. A hazard is a threat, not the actual event. Any hazard can manifest itself in an actual harmful event. In Other words, if it can be measured in terms of real damage or harm it is no longer a hazard but has become an event, disaster or catastrophe. (Thywissen, 2006, p. 35)

Um perigo materializa-se na ocorrência de um desastre, antes do evento em si ele é caracterizado como uma possibilidade, ou melhor, como uma probabilidade. Deve-se considerar que, como um perigo muitas vezes só existe nas conjecturas estatísticas é algo difícil de ser visualizado ou percebido pela população no plano da vida cotidiana. As pessoas tendem a entender o perigo a partir da ocorrência do desastre e dos danos resultantes.

Every specific hazard magnitude is attached to a usually empirically derived return period, which is site-specific. The return period of a category 5 hurricane is different for New Orleans compared to the Philippines. If hazard is pegged out more broadly such as “epidemic”, “drought” or “flood”, it is characterized by all possible magnitudes. In order to quantify hazard, each magnitude is tied to a specific return period or its inverse, frequency. The latter ensemble is the magnitude-frequency relationship of a particular hazard and it is always an inherent characteristic of a specific locality or region. (Thywissen, 2006, p. 35)

O perigo está intimamente ligado ao local em que o desastre ocorre. Existem perigos oriundos de áreas específicas e que encontram um terreno propício para desencadarem um desastre em um local específico e distante de onde foram originados. Uma nuvem de radiação que viaja por centenas de quilômetros, uma precipitação intensa em áreas montanhosas que desencadeia inundações em áreas de várzeas nas planícies fluviais mais baixas e distantes das vertentes montanhosas, por exemplo.

O certo é que cada local na Terra apresenta características únicas que se relacionam a algum tipo de perigo e desencadeiam desastres específicos e que, por mais que sejam “parecidos” com desastres que ocorrem em outras áreas, apresentam características únicas por conta das especificidades naturais e sociais do local atingido. Dauphiné e Provitolo comentam que

[...] On parle alors d'aléa anthropisé. Cet aléa anthropisé est un phénomène dont le déclenchement est naturel mais dont l'évolution est liée à l'action humaine, notamment aux modalités d'occupation du sol. Cette notion d'aléa anthropisé, encore peu usitée, offre cependant un cadre pour analyser les interactions entre les processus d'anthropisation et les modifications du milieu naturel. (Dauphiné; Provitolo, 2013, p.29)

Os autores comentam sobre uma questão muito interessante e que remete ao planejamento e gerenciamento dos usos dados ao solo. O fato importante no que se refere ao perigo antropizado diz respeito à possibilidade do entendimento de que, se o fenômeno é natural, então deve-se culpabilizar a natureza, eximindo dessa forma os atores sociais, órgãos de gestão e empresas privadas de qualquer responsabilidade quando da ocorrência evento. No entanto, a partir de conexões relacionadas à antropização que o intensificam, o evento não deve ser considerado “natural”, pois evolui a um novo patamar dinamizado por processos humanos após interação com os processos ambientais.

Desastres com origens em processos naturais tendem a ser recorrentes em função das características físicas da área e por conta da ausência de estudos e planejamento que eliminem ou minimizem os perigos que também são recorrentes. As terras caídas são um exemplo no qual sabe-se dos perigos, da frequência de ocorrência, das características dos eventos, mas, questões sociais, políticas, econômicas e culturais permitem que os processos naturais, tornem-se desastres recorrentes.

2.1.5 Vulnerabilidade

O percurso conceitual mais geral busca relacionar os desastres à contextos participativos das ações humanas, com origem em fenômenos sociais e/ou tecnológicos. Para tanto foi inserido um termo que se tornou fundamental para a compreensão do risco e da construção do próprio desastre: a vulnerabilidade. Existem diversos conceitos de vulnerabilidade de acordo com a ciência ou mesmo com vários ramos específicos de uma determinada ciência que trabalha com essa perspectiva.

A vulnerabilidade social é uma noção multidimensional, decorrente de fenômenos diversos, com causas e consequências distintas, que afeta de forma diferenciada as pessoas e grupos sociais. As condições sociais, culturais, étnicas, políticas, econômicas, educacionais e de saúde vão tornar as pessoas e os grupos, mais ou menos vulneráveis, ou seja, com capacidade de superar ou minimizar as dificuldades e riscos, e de aproveitar as oportunidades para melhorar sua situação de bem-estar. (Zanella *et al*, 2009, p. 192)

A vulnerabilidade social expõe como cada pessoa ou comunidade lida com situações condizentes ao risco relacionado ou não ao desastre. Através da

vulnerabilidade social é possível demonstrar o quanto determinado grupo é vulnerável a um desastre específico em função da sua condição de enfrentamento. No quadro 1 é possível verificar quatro conceitos relativos à vulnerabilidade.

Quadro 1 – Conceituando a Vulnerabilidade

Condição intrínseca ao corpo ou sistema receptor que, em interação com a magnitude do evento ou acidente, caracteriza os efeitos adversos, medidos em termos de intensidade dos danos prováveis.
Relação existente entre a magnitude da ameaça, caso ela se concretize, e a intensidade do dano conseqüente.
Probabilidade de uma determinada comunidade ou área geográfica ser afetada por uma ameaça ou risco potencial de desastre, estabelecida a partir de estudos técnicos.
Corresponde ao nível de insegurança intrínseca de um cenário de desastre a um evento adverso determinado.

Fonte: Castro, 2009, p. 170

Os quatro conceitos apresentados são interessantes no âmbito da análise da construção do desastre, pois representam aspectos aplicáveis no entendimento dos processos que culminam em um desastre. No entanto, convém questionar o que causaria esta vulnerabilidade a partir de cada conceito? Os elementos ou processos que desencadeariam uma situação de vulnerabilidade não estão claros nos conceitos presentes no quadro. Thywissen afirma que a

[...] Vulnerability is a dynamic, intrinsic feature of any community (or household, region, state, infrastructure or any Other element at risk) that comprises a multitude of components. The extent to which it is revealed is determined by the severity of the event. (Thywissen, 2006, p. 36)

Logo, a vulnerabilidade está presente na composição de toda estrutura social ou física, a partir do contexto histórico de construção de cada grupamento ou objeto. A vulnerabilidade apresenta-se ligada a variados componentes que se firmaram e/ou se alternaram ao longo da historicidade da estrutura em questão o que faz com que sejam mais representativos ou não em determinados eventos de desastres. Thywissen (2006, p. 37) ainda ressalta que “vulnerability is a function of the sensitivity or susceptibility of a system (community, household, building, infrastructure, nation etc.)” logo, quanto mais suscetível for determinado sistema, mais propício ele estará aos danos promovidos por um desastre fato que revelaria o quanto essa estrutura seria vulnerável.

Sendo assim, de acordo com a UNISDR (2009, p.34) a vulnerabilidade seria constituída por “las características y las circunstancias de una comunidad, sistema o bien que los hacen susceptibles a los efectos dañinos de una amenaza.” Determinado valor de vulnerabilidade pode desencadear uma situação na qual a ocorrência de um desastre seria danosa a uma sociedade, pois sistemas e bens são intrinsecamente ligados a um ou mais grupos sociais. A UNISDR ainda afirma que

Existen diversos aspectos de la vulnerabilidad que surgen de varios factores físicos, sociales, económicos y ambientales. [...] La vulnerabilidad varía considerablemente dentro de una comunidad y en el transcurso del tiempo. Esta definición identifica la vulnerabilidad como una característica de los elementos de interés (comunidad, sistema o bien) que es independiente de su exposición. Sin embargo, en su acepción común, con frecuencia esta palabra se utiliza más ampliamente para también incluir el grado de exposición de esos elementos. (UNISDR, 2009, p.35)

Deve-se valorar a vulnerabilidade para que se possa associar o quanto uma comunidade, por exemplo, está sujeita a sofrer danos a partir da ocorrência de um desastre. Comunidades mais vulneráveis apresentam uma exposição maior e sofrerão mais intensamente os impactos de um evento caracterizado como desastre. Interessante é perceber que a vulnerabilidade é multável, justamente por conta dos processos que a constituem e que variam ao longo do tempo.

Vulnerability is an intrinsic characteristic of a community that is always there even in quiescent times between events. It is not switched on and off with the coming and going of events; rather, it is a permanent and dynamic feature that is revealed during an event to an extent that depends on the magnitude of the harmful event. This means that vulnerability can often Only be measured indirectly and retrospectively, and the dimension normally used for this indirect measure is damage or more general harm. (Thywissen, 2006, p. 36)

A vulnerabilidade está presente no âmago de uma comunidade e, às vezes pode ser facilmente identificada, mas difícil de ser superada, ou, em muitos casos, a vulnerabilidade só se apresenta quando da ocorrência de um desastre. Quando os danos foram estabelecidos é possível olhar para histórico da comunidade, correlacionar os efeitos com as causas e, assim, identificar e caracterizar a vulnerabilidade que sempre esteve presente.

No Brasil, questões sociais, políticas e econômicas geralmente estão na raiz dos mais variados graus de vulnerabilidade que fragilizam diferentes parcelas do território. A historicidade do processo de ocupação de uma dada área deve ser

considerada para o entendimento do contexto de vulnerabilidade de uma população assentada em uma rua, bairro ou cidade e que está exposta a algum tipo de risco.

[...] a vulnerabilidade social encontra-se diretamente relacionada com grupos vulneráveis, ou seja, populações que, por determinadas contingências, são menos propensas a uma resposta positiva quando da ocorrência de algum evento adverso. Nesses termos, a noção de risco torna-se fundamental para o desenvolvimento do estudo da vulnerabilidade. (Souza; Zanella, 2010, p.22)

Pessoas que se encontram em situação de vulnerabilidade são mais propensas a serem atingidas por desastres e de forma mais agressiva, tendo em vista estarem mais expostas aos riscos em função das condições inadequadas nas quais se encontram. A vulnerabilidade pode torná-las mais frágeis no que se diz respeito às condições de moradia, de alimentação, de locomoção entre outras.

Buscando determinar o grau de vulnerabilidade de um grupo social que, por sua vez, pode basilar ações de proteção ou combate aos riscos, Olímpio (2017) sugere realizar o Diagnóstico da Vulnerabilidade no qual:

[...] deve-se determinar quais são os fatores de uma sociedade que a tornam mais ou menos vulneráveis a um perigo específico. Envolve, por exemplo, a análise de dados demográficos, sociais, econômicos, habitacionais, da percepção e da infraestrutura. (...) (Olímpio, 2017, p.40)

Logo, para a realização de tal ação, é necessário buscar e analisar uma série de dados que possam explicar as características de uma comunidade que assentada nas margens de um rio como o Solimões, por exemplo, passe anualmente a conviver com os riscos associados à erosão fluvial, sendo necessário: averiguar o que levou os moradores a ocuparem a área; se eles têm noção do que são e quais são os riscos; da condição de vulnerabilidade na qual se encontram entre outras questões.

Disasters of all kinds happen when hazards seriously affect communities and households and destroy, temporarily or for many years, the livelihood security of their members. A disaster results from the combination of hazard risk conditions, societal vulnerability, and the limited capacities of households or communities to reduce the potential negative impacts of the hazard. The recognition of vulnerability as a key element in the risk contexto has also been accompanied by growing interest in understanding and enhancing the positive capacities of people to cope with the impact of hazards. The existence or absence of appropriate socio-economic and institutional systems to mitigate or respond rapidly to hazards determine a society's or a community's susceptibility or resilience to the impacts of hazards. In other words, the coping capacities ensured by these systems translate directly into enhanced resilience. (Baas *et al*, 2008, p.05)

Pessoas que habitam uma determinada área estão sujeitas a sofrer as consequências da ocorrência de um desastre de forma mais incisiva e até por um período indeterminado em função da situação de vulnerabilidade social na qual se encontram. Quanto mais vulneráveis forem as famílias atingidas mais danos sofrerão. É claro que um terremoto de magnitude 7.5 pode destruir mansões e arranha-céus em poucos minutos, mas um terremoto com magnitude 4.0 pode arrasar um bairro ou mesmo uma cidade por completos em função da baixa condição financeira das pessoas em construir moradias mais resistentes. Além do mais uma pessoa com boas condições financeiras, após um terremoto pode até mesmo se deslocar para outro país e não ser privada das condições mínimas de sobrevivência, fato praticamente impossível de ocorrer com alguém em situação de pobreza. Ou seja, quanto maior a condição de vulnerabilidade social de uma família ou dos habitantes de uma área mais intensos serão os danos sofridos na ocorrência de um desastre.

Logo, entende-se que a vulnerabilidade é um elemento chave na contextualização dos riscos para se compreender os impactos que as pessoas podem sofrer se o desastre ocorrer. Como consequência torna-se fundamental a existência de uma estrutura de gerência institucional capaz de compreender e minimizar as situações de vulnerabilidades sociais e ambientais, bem como os riscos existentes em uma área, e dotar a população local com condições de lidar com os desastres que ainda assim possam ocorrer.

Vulnerability changes continuously over time and is usually even affected by the harmful event itself. It can increase, for example, if poverty has been heightened by a disaster, so that the next disaster will have an even more devastating effect on the impoverished community. A small event, however, can raise the awareness of the community and in that way decrease its vulnerability. (Thywissen, 2006, p. 37)

A vulnerabilidade é dinâmica, já que depende de ações políticas, econômicas e sociais, sendo assim, uma situação de vulnerabilidade extrema pode ser amenizada ou sanada a partir do desenvolvimento de projetos que modifiquem as vidas das pessoas. No entanto, pode ocorrer o contrário e uma área com baixo índice de vulnerabilidade pode ter uma piora por conta do corte de ações que beneficiavam a população ou de outros fatores que interferem na vulnerabilidade.

Logo, ressalta-se a importância de se atentar continuamente para os aspectos que podem tornar uma população mais ou menos vulnerável a eventos de desastres.

La vulnérabilité est une notion tout aussi riche que l'aléa. Trois approches distinctes et complémentaires permettent de la qualifier. L'une, la plus ancienne, analyse la vulnérabilité à partir d'une mesure de l'endommagement réel ou potentiel des éléments menacés par une catastrophe. On évalue ainsi les dommages humains, matériels, aux espèces, aux patrimoines. L'autre s'intéresse à la vulnérabilité sous l'angle des capacités de réponses de la société face à une perturbation. Enfin, la troisième, la plus récente, porte son attention sur les enjeux territoriaux. Dans le premier cas, la vulnérabilité résulte de l'impact de l'aléa sur le système. Elle est qualifiée de vulnérabilité biophysique. Dans les second et troisième cas, les vulnérabilités sociale et territoriale peuvent, pour certains auteurs, être évaluées indépendamment de l'aléa. (Dauphiné; Provitolo, 2013, p.34)

Os autores apresentam a vulnerabilidade como um conceito que se equipara ao conceito de perigo, havendo a possibilidade de três abordagens distintas, mas que se complementam, sendo assim, a vulnerabilidade pode ser analisada:

1. tendo como base na medição dos danos reais ou potenciais aos elementos ameaçados por um desastre, como danos humanos e materiais, a espécies e ao patrimônio. É a vulnerabilidade biofísica resultante do impacto do perigo no sistema;
2. tomando-se por foco de direcionamento a perspectiva da capacidade da sociedade de responder à disrupção desencadeada por um evento;
3. a partir do enfoque nas questões territoriais.

Ressalta-se que na segunda e na terceira abordagens alguns autores não inserem o perigo para se chegar ao resultado da análise da vulnerabilidade.

2.2 O Dano

Passando pelas etapas que se caracterizam pelos riscos, perigos e ameaças, até o momento em que ocorre a ruptura da frágil estabilidade e se configura o desastre, há também o pós-desastre relacionado as perdas ocasionadas por um evento e que pode se configurar de formas diferentes em virtude da vulnerabilidade associada à população atingida.

What is normally seen in the aftermath of a disaster is not the vulnerability per se, but the harm done. Seeing the damage pattern of a community without knowing the magnitude of the event does not allow conclusions regarding the community's vulnerability. In that sense the magnitude-damage relationship reflects the vulnerability of an element at risk (community, household, nation, infrastructure etc.). (Thywissen, 2006, p. 36)

O pós-desastre é caracterizado pelos danos que são o resultado do processo que se iniciou com a vulnerabilidade associada à suscetibilidade, aos riscos e perigos que culminaram no desastre. Há uma cadeia de elementos que alimentam o desastre e que imprimem os danos à população e ao local atingido. A magnitude do desastre se entrelaça anteriormente com a vulnerabilidade e posteriormente com os danos. Dessa forma, convém ressaltar a ocorrência do dano ocasionado pelo desastre, podendo ser considerado como:

1. Medida que define a severidade ou intensidade da lesão resultante de um acidente ou evento adverso. 2. Perda humana, material ou ambiental, física ou funcional, resultante da falta de controle sobre o risco. 3. Intensidade de perda humana, material ou ambiental, induzida às pessoas, comunidade, instituições, instalações e/ou ao ecossistema, como consequência de um desastre. (Castro, 2009, 53)

O dano diz respeito aos resultados ocasionados pela ocorrência do desastre. É o momento de fragilidade pós desastre no qual, dependendo do tipo de desastre, a população atingida encontra-se mais sensível por conta da dor e do sofrimento ocasionado pelas perdas sofridas.

1. Resultado das perdas humanas, materiais ou ambientais infligidas às pessoas, comunidades, instituições, instalações e aos ecossistemas, como consequência de um desastre [INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 02/2016]. 2. Medida que define a severidade ou intensidade da lesão resultante de um acidente ou evento adverso. 3. Resultado das perdas humanas, materiais, de infraestrutura ou ambientais, como consequência de um desastre. (Brasil, 2017, p. 21)

O dano pode estar relacionado a perda de vidas, problemas nos corpos das pessoas atingidas, perdas de bens e problemas econômicos. Ele expressa plenamente as situações de fragilidades e vulnerabilidades as quais os envolvidos com vivenciavam no momento do risco e que, provavelmente, se tornam mais substanciais e visíveis após o desastre.

O dano torna-se um aspecto muito importante no entendimento do desastre, tendo em vista ser a materialização resultante do processo que envolve o risco e o evento do desastre e, dessa forma, pode assumir diferentes condições e

aspectos em virtude de onde o desastre ocorreu, com qual intensidade, o quê ou quem foi atingido pelo desastre.

Vestena, coloca que “[...] é importante compreender desastre natural como resultado do impacto de um fenômeno natural extremo ou intenso sobre um sistema social e que causa sérios danos. Os danos de desastre podem ser humanos, materiais e ambientais.” (2017, p. 12) Entende-se que o dano pode ser mais intenso ou mais grave em decorrência da situação anterior em que se encontrava o sistema social atingido pelo desastre. O tipo de dano é uma classificação importante tendo em vista que a vulnerabilidade a possibilidade de intensificação da vulnerabilidade da pessoa ou do grupo atingido a partir dos danos sofridos.

2.2.1 Danos Materiais

Identificar e mensurar os danos materiais são ações essenciais para se determinar em qual novo patamar de vulnerabilidade se encontram as pessoas, empresas e órgãos governamentais após o desastre, sendo “expressos em valores dos prejuízos econômicos [...]” (Vestena, 2017, p. 12). O dano material seria qualquer “Dano provocado por desastres às unidades habitacionais, instalações públicas de saúde, instalações públicas de ensino, instalações públicas prestadoras de serviços, instalações públicas de uso comunitário, obras de infraestrutura pública. (Brasil, 2017, p. 21). Quando há a ocorrência de um desastre é desejável que todos os atingidos retornem à normalidade de suas vidas, mas, para tanto, necessário se faz determinar os danos materiais em todas as esferas: pessoal, comunitária, pública e privada.

Os danos materiais são dimensionados em função do número de edificações, instalações e outros bens danificados e destruídos e do valor estimado para a reconstrução ou recuperação dos mesmos. É desejável discriminar a propriedade pública e a propriedade privada, bem como os danos que incidem sobre os menos favorecidos e sobre os de maior poder econômico e capacidade de recuperação. Devem ser discriminados e especificados os danos que incidem sobre: instalações públicas de saúde, de ensino e prestadoras de outros serviços; unidades habitacionais de população de baixa renda; obras de infra-estrutura; instalações comunitárias; instalações particulares de saúde, de ensino e prestadoras de outros serviços; unidades habitacionais de classes mais favorecidas. (Castro, 2009, 53)

As pessoas atingidas por um desastre não podem retornar a normalidade de suas vidas se não houver postos de saúde e hospitais aptos a atendê-las no momento que pode ser o mais desesperador. Sem escola não há como as crianças retornarem para suas aulas, sem infraestrutura de energia, saneamento, ruas transitáveis não é possível estabelecer uma situação de bem-estar na própria residência ou mesmo há a possibilidade de deslocamento para realizar atividades comuns do dia a dia fora de casa. Se o setor privado sofreu danos materiais, então, alguns residentes podem ficar sem trabalho, o comércio não funciona e, dessa forma, a vida não retorna ao eixo da normalidade ou, ao menos, do que pode ser uma nova normalidade.

2.2.2 Danos Ambientais

Enquanto os danos materiais abrangem questões econômicas “[...] os danos ambientais se referem à contaminação e/ou poluição da água e do solo, degradação do solo e da biota, redução da biodiversidade, poluição do ar atmosférico, dentre outros.” (Vestena, 2017, p. 12). Há uma complexidade envolvida nesse tipo de situação, pois trata-se de um

Dano provocado por desastres ao meio ambiente, relacionados à poluição e à contaminação do ar, da água ou do solo, prejudicando a saúde e o abastecimento da população municipal; diminuição ou exaurimento a longo prazo da água, prejudicando o abastecimento da população; destruição de parques, áreas de proteção ambiental e áreas de preservação permanente nacionais, estaduais ou municipais. (Brasil, 2017, p. 21)

Os danos ambientais são os resultados provocados por um desastre que atingiu ecossistemas promotores o bem-estar das pessoas diretamente associadas a eles ou não, pois esses ecossistemas não estão isolados. São sistemas abertos que interagem com outros sistemas, logo, danos causados podem interferir em ecossistemas os quais estão relacionados com o bem-estar de outras comunidades que não foram atingidas pelo desastre.

Os danos ambientais, por serem de mais difícil reversão, contribuem de forma importante para o agravamento dos desastres e são medidos quantitativamente em função do volume de recursos financeiros necessários à reabilitação do meio ambiente. Os danos ambientais são estimados em função do nível de: poluição e contaminação do ar, da água ou do solo; degradação, perda de solo agricultável por erosão ou desertificação; desmatamento, queimada e riscos de redução da biodiversidade representada pela flora e pela fauna. (Castro, 2009, 53)

O aquecimento global é algo que, provavelmente, inflige problemas as mais variadas regiões da Terra independentemente de haver produção de gases de efeito estufa ou não nessas áreas. A nova normalidade da vida dos atingidos por um desastre é mais difícil de ser estabelecida quando se leva em conta os danos ambientais como, por exemplo, um deslizamento em uma encosta, um período de estiagem prolongado, um furacão que atinge uma cidade, um processo erosivo que atinge a margem de um rio ocupada por casas. Os gastos econômicos geralmente são elevados e o tempo para a recuperação ou minimização dos danos ambientais é longo e, em alguns casos não há garantia de recuperação ou não há possibilidade. São situações que afligem ainda mais a população atingida pelo desastre.

2.2.3 Danos Humanos

Por fim, ainda se estabelecem como resultados de um desastre “[...] os danos humanos em número de mortos, feridos, enfermos, desabrigados, desalojados e desaparecidos [...]” (Vestena, 2017, p. 12). Provavelmente esse é o tipo de dano que mais fragiliza quem foi atingido, pois os resultados são associados diretamente ao corpo da pessoa. Desta forma,

Os danos humanos são dimensionados em função do número de pessoas: desalojadas; desabrigadas; deslocadas; desaparecidas; feridas gravemente; feridas levemente; enfermas; mortas. A longo prazo também pode ser dimensionado o número de pessoas: incapacitadas temporariamente e incapacitadas definitivamente. Como uma mesma pessoa pode sofrer mais de um tipo de dano, o número total de pessoas afetadas é igual ou menor que a soma dos danos humanos. (Castro, 2009, 53)

Por vezes, pessoas que sofrem danos humanos, não conseguem estabelecer uma nova normalidade de vida de forma rápida. Pode ser um processo longo e doloroso em função do tipo de dano infligido ao próprio corpo ou de um familiar. A exigência de tratamentos e acompanhamentos médicos especializados, principalmente, pode dificultar a pronta recuperação da vida de quem sofreu o dano.

Os danos causados por um desastre necessitam de uma avaliação para que se seja possível saná-los ou minimizá-los. A avaliação de danos como resultado de um desastre constitui-se de um “Método de exame sistemático de um equipamento, sistema, instalação, comunidade ou área geográfica, com o objetivo

de definir e quantificar os danos humanos, materiais e ambientais e os prejuízos econômicos e sociais [...]” (Castro, 2009, p. 28). Com os custos dos danos será possível tentar estabelecer objetivos de recuperação econômica, ambiental e social na área atingida. Considerando a avaliação executada será possível determinar se os danos podem ser classificados como Danos Sérios os quais são entendidos como,

Danos humanos, materiais ou ambientais importantes, intensos e significativos, muitas vezes de caráter irreversível ou de recuperação muito difícil. Em consequência, causam prejuízos econômicos e sociais vultosos, os quais são dificilmente suportáveis e superáveis pelas comunidades afetadas. Nessas condições, os recursos humanos, institucionais, materiais e financeiros necessários para o restabelecimento da normalidade são muito superiores às possibilidades locais, exigindo a intervenção coordenada dos três níveis do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil. (Brasil, 2017, p. 21)

Os resultados do evento de desastre podem ser tão intensos a tal ponto que, nem mesmo as autoridades locais conseguem controlar a situação, necessitando de ações coordenadas nas três esferas governamentais. Os Danos Suportáveis/Superáveis relacionam-se aos

Danos humanos, materiais ou ambientais menos importantes, intensos e significativos, normalmente de caráter reversível ou de recuperação menos difícil. Em consequência, ocorrem prejuízos econômicos e sociais menos vultosos e mais facilmente suportáveis e superáveis pelas comunidades afetadas. Nessas condições, os recursos humanos, institucionais, materiais e financeiros necessários para o restabelecimento da normalidade, mesmo quando superiores às possibilidades locais, podem ser facilmente reforçados com recursos estaduais e federais disponíveis. (Brasil, 2017, p. 21)

As comunidades locais com algum apoio governamental conseguem, nessas situações superar os danos e estabelecer um retorno à normalidade mais rapidamente.

2.3 Conceituando Terras Caídas

Um dos aspectos mais importantes no tocante aos desastres recorrentes nas margens fluviais dos rios amazônicos diz respeito às Terras Caídas. Esse termo faz parte do imaginário e da realidade vivenciada cotidiana pelos ribeirinhos residentes em comunidades ou cidades assentadas nas margens dos rios e que sofrem constantemente com a ocorrência desse fenômeno.

Para os ribeirinhos as Terras Caídas assumem um caráter místico ou sobrenatural associado a relatos fantasiosos que buscam explicar a origem do fenômeno e os porquês dos eventos, tais como:

- a) o tracajá ou a cobra grande que estão no subsolo e se movem provocando os desmoronamentos;
- b) o macaco que pula na margem do rio à frente da casa do caçador até que ela caia como uma forma de vingança por ele ter matado a família do macaco;
- c) ou ainda a vingança de um pajé sobre uma comunidade indígena.

São histórias que não devem ser desprezadas, pois traduzem a vida dos ribeirinhos indígenas e não indígenas. No entanto, a academia busca demonstrar os fatos sob a luz do conhecimento científico, sendo assim, ressalta-se que diversos autores oriundos, principalmente, das geociências têm conceituado terras caídas nos últimos 20 anos. Percebe-se que o interesse pelo tema vem se elevando nas últimas duas décadas, talvez decorrente de situações como: interiorização do ensino superior com a realização de pesquisas associadas ao tema, aumento no número de ocorrências de eventos nas cidades e comunidades ribeirinhas e maior visibilidade dos eventos através dos meios de comunicação. Dessa forma o presente capítulo busca conceituar, caracterizar e apresentar os processos desencadeadores das Terras Caídas de forma geral, quando possível, utilizou-se exemplos da área de estudo, quando não foi possível, usou-se exemplos de outras cidades do Amazonas.

2.3.1 O que são Terras Caídas?

De uma forma geral a população denomina as ações erosivas seguidas por movimentos de massa de terras caídas, independente dos processos que desencadeiam cada evento no tempo e no espaço nos rios amazônicos. Ressalta-se que, mesmo não conhecendo cientificamente as origens de cada evento, e utilizando-se de uma visão mística, através da vivência e da observação, muitos ribeirinhos conseguem compreender e se precaver dos eventos. Mas, esse conhecimento empírico é limitado e, tratando-se das áreas urbanizadas, há a participação da sociedade no desastre. Logo, faz-se necessário conceituar terras caídas, buscar desmistificar o termo e compreender quando a sociedade atua como elemento conversor e potencializador de um processo natural em um desastre.

Alguns explicam a terra caída como uma consequência do desmatamento, ou melhor da remoção das raízes que seguravam o solo. Tais explicações deixam de levar em conta outro fenômeno, que se passa na profundidade das águas turvas. [...] pelo qual as terras se destacam das margens, em grandes fatias, se escalonam lentamente em vários degraus de solo rachado, para, subitamente, fragorosamente, escorregar no caudal, onde seu mergulho levanta temível onda de translação. (Sternberg, 1998, p. 44)

Sternberg, na sua pesquisa sobre Careiro da Várzea, foi um dos pioneiros na discussão sobre as Terras Caídas explicando o fenômeno e tendo como base a área na qual desenvolveu seus estudos caracterizando então os eventos com uma nova perspectiva para a época: o processo erosivo não estaria subjugado à ação da remoção da vegetação ripária exclusivamente, mas, principalmente, ocorre em função da hidrodinâmica do canal fluvial. Para a CPRM o termo “terras caídas”

Trata-se de um fenômeno resultante de processos de erosão fluvial muito frequente na região da bacia amazônica. A morfologia do terreno geralmente é composta por barrancas que se comportam como margens em fortes declives (margens em talude) que chegam por vezes a mais de 80 graus. (CPRM, 2007, p. 1)

A empresa federal considera que as terras caídas estão relacionadas à erosão das margens dos rios associadas à fortes declives já que esses favoreceriam à ocorrência dos eventos. Carvalho *et al* conceituam terras caídas como

[...] uma terminologia usada na região amazônica para designar indiferenciadamente todo processo de erosão fluvial lateral como escorregamento, deslizamento, desmoronamento e desabamento. Está relacionada com a pressão hidráulica do rio, pressão hidrostática causada pela água retida na planície de inundação, composição do material das margens, fatores climático, controle estrutural e ação antrópica. Acontece com maior intensidade no curso médio e inferior do rio Amazonas e em seus afluentes de água branca, nos trechos em que os mesmos são margeados pela planície Holocênica, cuja composição é predominantemente de areia silte e argila. (Carvalho *et al*, 2009, p. 01)

Os autores desmistificam o termo terras caídas ao demonstrarem que é reconhecido de forma generalizante, mas trata-se de um fenômeno que se expressa com características variadas por conta de processos específicos atuantes em função da participação de elementos constituintes das paisagens amazônicas ao longo do tempo. O conceito aponta a ocorrência das terras caídas, representada por diferentes tipos de movimentos de massa, que têm origem em vários processos.

Também são indicadas geograficamente as principais áreas de ocorrências e a tipologia de relevo associado. Igreja, Carvalho e Franzinelli indicam que são

[...] deslocamentos de solos, sedimentos e/ou rochas de vários tipos. Englobados neste termo regional amazônico, encontram-se fluxos de sedimentos, abatimentos, deslizamentos, desmoronamentos e desabamentos, portanto, com diferentes mecanismos de movimentação (de massas), diversificada constituição do material deslocado, diferentes velocidades dos processos e várias causas. (Igreja; Carvalho; Franzinelli 2010, p. 142)

Novamente uma importante questão chama a atenção: os variados processos constituintes das terras caídas, em especial os movimentos de massa. Para leigos e, mesmo veículos de informação de cunho mais popular, os termos fluxos de sedimentos, abatimentos e, principalmente, deslizamentos, desmoronamentos e desabamentos são sinônimos. No entanto ao serem cientificamente estudados e conceituados, guardadas as divergências entre alguns autores, esses processos são diferentes por conta de uma série de características que serão abordadas posteriormente. É importante destacar: cada tipo de movimento de massa compõe um fenômeno específico que, associado às ações humanas, caracteriza os desastres quanto a intensidade, frequência e magnitude.

Guerra e Guerra (2010) atentam para um aspecto das terras caídas que carece de mais pesquisas: os materiais desprendidos nos processos erosivos componentes dos movimentos de massa constituídos pela vegetação que é deslocada com as raízes entrelaçadas e presas ao solo, formando verdadeiras ilhas de existências efêmeras que são levadas pela correnteza e podem ocasionar acidentes com embarcações ao longo do canal fluvial.

Labadessa (2011, p.48) afirma que o termo “terras caídas” diz respeito ao “[...] processo natural de erosão fluvial que promove a ruptura, solapamento e o desmanche das margens fluviais por desmoronamentos e escorregamentos”. Indicando assim haver erosão na base das margens com subsequente queda da área superior, tal qual ocorre nas falésias litorâneas. Para Carvalho e Cunha,

Terras caídas é uma terminologia regional utilizada na Amazônia brasileira para designar os desbarrancamentos que ocorrem nas margens do rio Amazonas e nos seus afluentes de água branca, principalmente nos trechos em que os mesmos são margeados pelos depósitos fluviais Holocênicos que formam a atual planície de inundação. Trata-se de um fenômeno natural que tanto pode ocorrer em pequena escala como em escala quilométrica. É, sem dúvida, o principal agente transformador da paisagem ribeirinha e responsável por uma série de transtornos aos moradores ribeirinhos isolados, comunidades, povoados, vilas e cidades localizadas em suas margens. (Carvalho; Cunha, 2011, p.2)

Uma característica importante destacada é o fato de que as terras caídas têm predominância de ocorrência nos rios de águas brancas que: nascem na Cordilheira dos Andes, possuem leitos jovens e estão dispostos sobre uma bacia sedimentar (Bacia Amazônica) caracterizada por uma estrutura litológica superficial recente (Holoceno) constituída por sedimentos inconsolidados.

Para Freitas e Albuquerque (2012, p. 130) “As ‘Terras Caídas’ constituem uma modalidade erosiva deflagrada por causas naturais, devido ao processo de transporte de sedimentos, deposição e erosão, que ocorrem na fase atual de colmatagem e, configuração da planície fluvial amazônica.” A paisagem ribeirinha evolui através de um dinamismo imposto pelas terras caídas. Rios como o Madeira, Solimões e Amazonas têm constantes ajustes em seus canais através da erosão, transporte e deposição, gerando mudanças nas margens e paisagens ribeirinhas.

Os processos envolvidos são naturais, mas, decorrentes das interações promovidas pela sociedade que ocupa as margens dos rios e sobre elas implementa diversas atividades, os movimentos de massa associados à erosão fluvial adquirem a conotação de desastres pois a própria sociedade sofre os efeitos dos eventos quando ocorrem. Carvalho reafirma o conceito de terras caídas comentando que

Na região amazônica a erosão de margem é denominada de “terras caídas”. Trata-se de uma terminologia regional amazônica utilizada para designar de forma indistinta os desbarrancamentos que ocorrem nas margens do rio Amazonas e nos seus afluentes de água branca, particularmente nos trechos em que os mesmos são margeados pelos depósitos fluviais holocênicos que formam a atual planície de inundação. É um processo natural complexo, multicausal que acontece às vezes em escala quase imperceptível, pontual, recorrente e não raro acontece de forma catastrófica, afetando em muitos casos extensões quilométricas da margem. (Carvalho, 2012, p.17)

Ressalta-se a questão da escala, tendo em vista que os eventos de terras caídas podem assumir dimensão escalar diversa em função dos processos que os originam. Cabendo aqui atentar-se novamente para a relação: frequência x intensidade x magnitude que influenciam na dimensão escalar de ocorrência.

2.4 Terras Caídas: fatores e Processos naturais

As ocorrências dos eventos de Terras Caídas relacionam-se a diversos fatores e processos que se apresentam a partir da interação entre os elementos naturais e humanos. Logo, delimita-se a importância de processos relacionados aos aspectos físicos da paisagem como: litologia, neotectônica, morfologia do canal fluvial e relevo adjacente, hidrodinâmica do canal e clima.

2.4.1 Litologia

A litologia apresenta-se com algumas questões que influenciam na ocorrência das Terras Caídas. Os tipos de rochas que estão presentes na constituição do canal e, principalmente, nas áreas marginais possuem importância nos processos erosivos fluviais, considerando ainda que foram essas áreas eleitas historicamente para a ocupação por estarem nas margens dos rios. Sendo assim, pode-se afirmar que,

A erosão fluvial depende também da resistência do material das margens. A composição do material depositado na planície de inundação dos rios de água branca é constituída por areia, silte e argila inconsolidada, oferecendo pouca resistência a ação dos fatores causadores. (Carvalho; Cunha, 2011, p.6)

As margens são estruturadas por material depositado recentemente e que é constituído por diferentes proporções de areia, silte e argila. O tempo incipiente desde o momento da deposição, associado às condições climáticas pretéritas e atuais, impediram a coesão do material sedimentar que, por vezes, apresenta-se disposto em camadas argilosas intercaladas por camadas arenosas. Essa situação termina por impor zonas de contatos entre materiais diferentes que, em algum momento, por conta de algum tipo de perturbação, podem perder a frágil coesão e se deslocar em direção ao rio.

“A composição do material depositado na planície de inundação dos rios de água branca é constituída por areia, silte e argila inconsolidada, oferecendo pouca resistência a ação dos fatores causadores.” (Carvalho *et al*, 2009, p. 5). As Terras Caídas têm múltiplos processos naturais desencadeadores, no entanto ocorrem principalmente nos chamados rios de água branca, mesmo quando se

atenta para a litologia há variadas situações que terminam por gerar eventos com magnitudes diferentes por exemplo, sendo assim

A maior parte das ocorrências de movimentos de grande magnitude é mais evidente nos rios de água branca e planícies fluviais, compostas de sedimentos não consolidados, onde parâmetros como a pegajosidade e plasticidade, apresentam-se muito baixos. Esse tipo de sedimento é carregado em suspensão desde a Cordilheira Andina por toda a calha central da bacia amazônica, ao se depositar nas margens, compõe a unidade de relevo denominada Planície Sedimentar Amazônica, sujeita à inundação sazonal e vulnerável naturalmente aos riscos de movimentos de massa, que afetam diretamente os moradores das margens dos rios. (Magalhães; Albuquerque, p.02, 2010)

São Paulo de Olivença encontra-se na situação descrita por Magalhães e Albuquerque, estando a sede do município localizada em área da Planície Sedimentar Amazônica às margens do Solimões e, sendo ele um rio de água branca, a área é vulnerável aos processos erosivos seguidos por movimentos de massa que são comuns da calha do Solimões. Os sedimentos depositados estão dispostos em camadas associadas às oscilações do regime fluvial e ao tipo de material erodido de outras áreas, transportado e depositado nas margens.

Figura 2 – São Paulo de Olivença, margem do Solimões em 29.03.2018



Fonte: Ribeiro, 15/11/2017.

A figura 2 apresenta claramente as margens dispostas em camadas constituídas pela deposição de sedimentos apesar de parte dela estar recoberta por

material recente oriundo do movimento massa ocasionado por processos erosivos recentes, a foto foi realizada em 15 de novembro de 2017.

Na figura 2, ressalta-se a exposição da margem do Solimões no ano de 2017 por conta da ação dos processos erosivos em uma área da cidade que está em contato com o rio. Percebe-se, inclusive que o processo estava ativo por conta das marcas recentes ocasionadas pela erosão.

2.4.2 Influência da Neotectônica

Há ocorrências de sismos na região amazônica com certa frequência e, como os grandes cursos fluviais apresentam trechos de seus leitos encaixados em falhas é possível que esses sismos influenciem na ocorrência das Terras Caídas tendo em vista que podem desestabilizar as margens fluviais. (Costa *et al*, 1996; Igreja; Carvalho; Franzinelli, 2010).

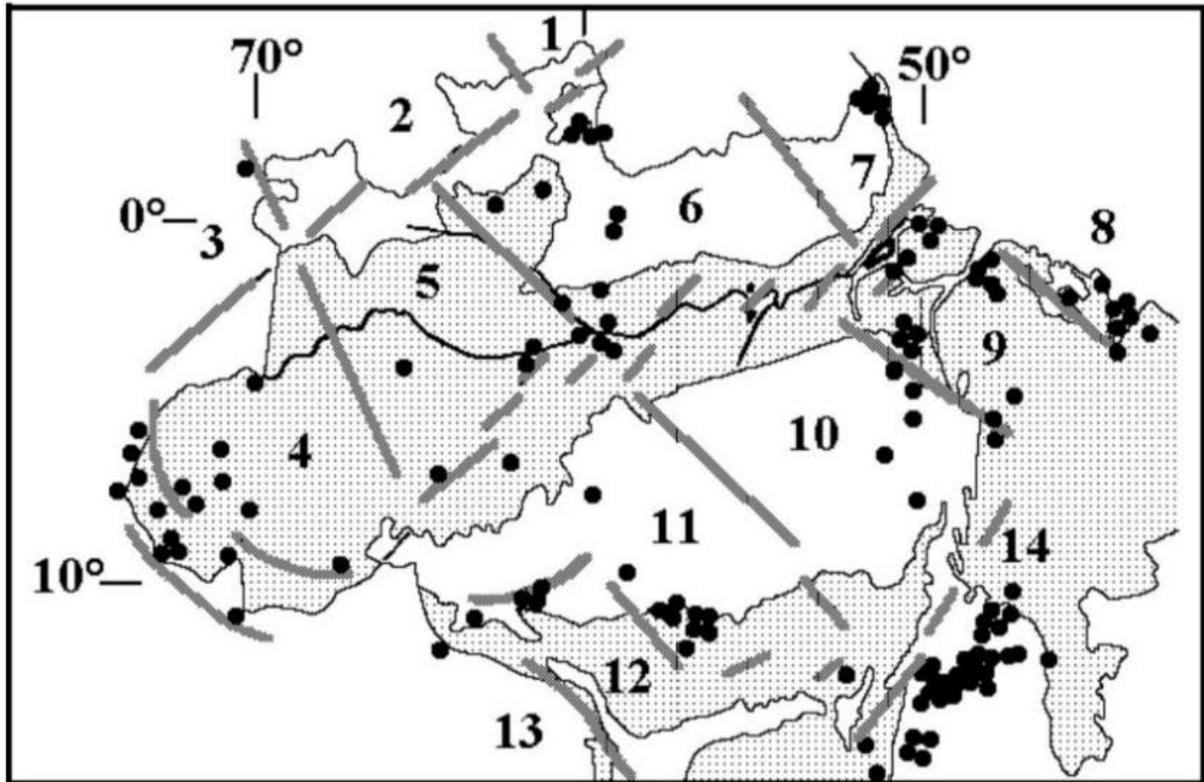
Na figura 03 observa-se que Costa *et al* apresentam a distribuição dos epicentros na região amazônica. Ressalta-se que os pontos pretos equivalem aos epicentros dos abalos sísmicos; os traços em cinza referem-se às suturas e o pontilhado são as coberturas fanerozóicas. Os autores ainda dividiram a região em 8 Zonas Sismogênicas, dentre as quais, a zona 4 denominada de Cruzeiro do Sul reveste-se de interesse por abrigar São Paulo de Olivença.

Em relação a área 4 na qual São Paulo de Olivença se encontra e é apresentada na figura 3, Costa *et al* afirmam que

A Zona Sismogênica de Cruzeiro do Sul é conhecida pelos sismos com hipocentros a 500-700 km de profundidade, que se relacionam com a subducção da Placa de Nazca sob a Placa Sul-Americana, mas existem também sismos rasos, que ainda carecem de definição acurada mas podem representar manifestações intraplaca. (Costa *et al*, 1996, p. 41)

Dessa forma o processo de subducção de placa de Nazca é indutor de sismos e provável desencadeador de processos erosivos que constituem as Terras Caídas, pois não é incomum a ocorrência de abalos sísmicos na região oeste do estado do Amazonas.

Figura 3 – Distribuição dos epicentros da região amazônica.



Fonte: Costa *et al*, 1996, p. 40.

2.4.3 Clima

O clima desempenha um papel preponderante na ocorrência das Terras Caídas tendo em vista que é através dele que o sistema fluvial é alimentado. Mendonça e Danni-Oliveira (2007) classificam o clima da região como Equatorial sem seca ou superúmido.

Além do que “o vento, as fortes chuvas e as elevadas temperaturas são fatores que desempenham papel importante no desmonte do material das margens do rio Amazonas.” (Carvalho; Cunha, 2011, p.6). Considerando o clima regional todo o sistema fluvial amazônico é dinamizado por ele e, sendo assim, os processos erosivos nas margens dos rios também. Sendo assim diversas situações desencadeadas pelo clima têm reflexo na geração dos eventos de Terras Caídas.

Períodos prolongados sem precipitação, como o que ocorreu em 2010, apresentam redução da água no solo deixando-o seco e tornando-o, assim, suscetível a outros fatores desencadeadores das Terras Caídas. Períodos de precipitações constantes, no entanto, ocasionam saturação hídrica nas diferentes camadas dos solos, constituídas por predominância de argila ou areia,

desencadeando deslizamentos e escorregamentos. Precipitações intensas com índices pluviométricos elevados são suficientes para saturar os solos e desequilibrar a estrutura marginal dos rios ocasionando diversos processos erosivos com movimentação de massa como aponta Labadessa,

É o que ocorre no inverno amazônico, este, é marcado pelo regime das chuvas com altos índices pluviométricos, o que provoca a saturação hídrica do solo, sendo assim, os “barrancos” aluviais de composição arenosa e com baixa cimentação, portanto muito friáveis, favorecem o desmanche das margens, ou seja, os desmoronamentos. (Labadessa, 2011, p.52)

A disposição do material sedimentar em estruturas estratificadas constituintes das margens ao longo do leito dos rios também favorece a erosão lateral, quando camadas atingem o nível máximo de saturação, provocando deslizamentos e escorregamentos.

Já a radiação solar ao incidir nas margens sem cobertura vegetal, por serem relativamente jovens ou por conta do desmatamento, promove a desagregação dos sedimentos que as compõem, como as argilas, através da redução da plasticidade do solo (Igreja; Carvalho; Franzinelli, 2010).

As correntes de ar promovem a geração de ondas. Ressalta-se que os temporais amazônicos são precedidos por fortes correntes de ar que ganham mais intensidade ao cruzarem os canais fluviais e, quanto maior a largura do canal, mais intensa será a corrente de ar que o percorre. Essas correntes de ar intensas geram ondas com maior poder mais destrutivo que, ao atingirem a margem oposta, desencadeiam o processo de solapamento ao escavar a base de estruturas mais elevadas. (Carvalho *et al*, 2009; Labadessa, 2011)

2.4.4 Relevo e morfologia fluvial

O relevo e a morfologia fluvial são aspectos de importância ímpar na ocorrência das Terras Caídas, pois ambos apresentam processos que influenciam às Terras Caídas e são modificados por elas. O relevo local apresenta suas nuances em relação à influência sobre as Terras Caídas, como a ocorrência de pequenos vales a concentrarem água que termina por confluir com o rio principal gerando uma área instável e propensa a ocorrência de processos erosivos.

Também se destacam as áreas mais elevadas com declives mais acentuados localizadas nas margens dos rios entre outros aspectos (Christofoletti, 1981). Contribuem de forma bastante incisiva os fatores autocíclicos e alocíclicos.

A morfologia dos canais fluviais é controlada por uma série de fatores próprios da bacia de drenagem (ou fatores autocíclicos) e fatores que afetam não apenas a bacia de drenagem, mas toda a região onde ela está inserida (ou fatores alocíclicos). Entre os fatores autocíclicos, incluem-se o volume e a velocidade do fluxo da água, a carga de sedimentos transportada, a largura, a profundidade e a declividade do canal, a rugosidade do leito e a cobertura vegetal nas margens e ilhas. Os fatores autocíclicos, por sua vez são condicionados pelos fatores alocíclicos, como variáveis climáticas (pluviosidade, temperatura) e geológicas (tectônica ativa, nível do mar). (Riccomini *et al*, 2000, p. 311)

Percebe-se que os fatores autocíclicos relacionam-se diretamente com a morfologia do canal fluvial e sua dinâmica, logo, também influenciam na ocorrência das Terras Caídas e, de acordo com a área ao longo do canal fluvial, esses fatores se alternam em relação ao peso no desencadeamento dos processos erosivos marginais que constituem as Terras Caídas.

Dessa forma o canal fluvial, influenciado pelos fatores autocíclicos, ao longo do seu percurso pode apresentar diferentes estruturas morfológicas que influenciam diretamente na promoção da erosão fluvial lateral, ou seja, na geração das Terras Caídas. Os rios possuem uma dinâmica que envolve vários elementos e processos. A morfodinâmica fluvial participa na construção das formas que compõem o rio e, através de seus processos e elementos constituintes atua na ocorrência das Terras Caídas.

2.4.4.1 Bancos de sedimentos no leito do rio

É comum a ocorrência de sedimentos acumulados no leito de rios como o Solimões, principalmente nos períodos de vazantes, devido ao grande volume de detritos transportados e à drástica mudança que ocorre no quantitativo de água entre cheias e vazantes, fazendo com que os sedimentos sejam depositados no canal ao ocorrerem reduções no volume de água e no poder de transporte do rio.

Quando um banco de material sedimentar surge no canal fluvial o fluxo da corrente é dividido e redirecionado às margens, neste sentido observa-se que, ao atingi-las, os fluxos oriundos da divisão desencadeiam processos erosivos que podem promover movimentos de massas nas margens. A erosão se configura principalmente por ocorrência do solapamento basal na base das margens nas quais a corrente retira parte do material deixando na área superior sem sustentação e, dessa forma, promovendo a ruptura com movimentação de massa em direção ao leito do rio. (Rodrigues, 2017, p.06).

O acúmulo de sedimentos no leito do rio forma bancos de sedimentos como o que pode ser visto em 09 de 2002 na figura 4. A formação do banco de sedimentos bifurca e redireciona o fluxo das águas para as margens ocasionando erosão (áreas circundadas em vermelho), principalmente na ilha localizada próxima à margem esquerda.

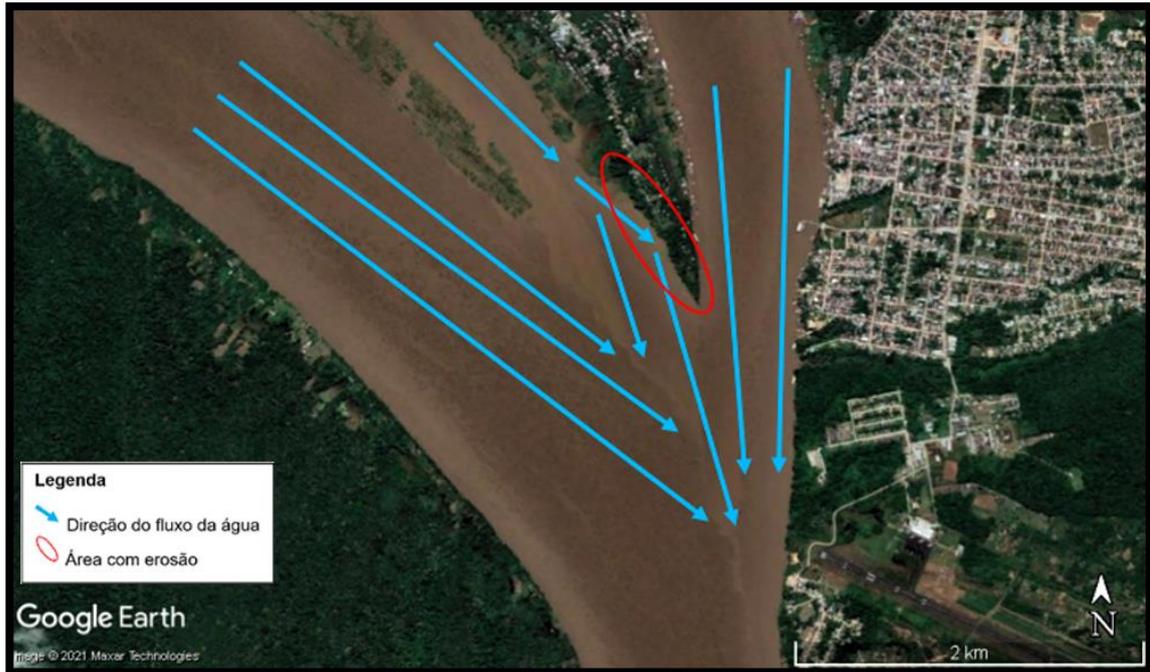
Figura 4 – Bancos de sedimentos no canal do Solimões, setembro de 2002.



Fonte: Google Earth, 2002, adaptado pelo autor.

Em setembro de 2021, como pode ser observado na figura 5, o processo erosivo se acentuou na ilha que perdeu uma parcela de sua área para o rio. Ressalta-se que a estrutura morfológica que 2002 era constituída somente por material sedimentar oriundo do rio, em 2021 já apresenta vegetação em sua área, indicando tratar-se, então, de uma ilha fluvial.

Figura 5 – Erosão no canal do Solimões, abril de 2021



Fonte: Google Earth, 2021, adaptado pelo autor.

É importante acrescentar que nas imagens do GoogleEarth os locais referentes a ocorrência de ações erosivas (denominadas de terras caídas) relacionadas à dinâmica morfológica dos rios e nem sempre estão relacionados diretamente a área de estudo, mas a presença delas diz respeito a necessidade de exemplificar a ocorrência das terras caídas para além da área objeto da Tese.

2.4.4.2 Praias fluviais

As praias fluviais são formadas também pelo acúmulo de material transportado e depositado pelo rio e, geralmente, indicam erosão na margem oposta ao local em que se formam. “Por conta dos processos de deposição de sedimentos podem surgir praias em uma das margens do rio. Tal ocorrência impõe ao fluxo um desvio em direção à margem oposta e promovendo processos erosivos [...]” (RODRIGUES, 2017, p.06). Geralmente, ao se formar uma praia na margem de um rio como o Solimões, haverá erosão na margem oposta pois o rio tende a desviar o fluxo dos sedimentos que depositou.

Como pode ser observado na figura 6, em dezembro de 1997, quando há áreas de deposição com formação de praias fluviais (circundadas em amarelo) em

uma margem, processos erosivos (áreas circundadas em vermelho) se instalam na margem oposta caracterizando a sinuosidade do rio.

Figura 6 - Ocorrência de praias nos canais do Rio Solimões em 1997

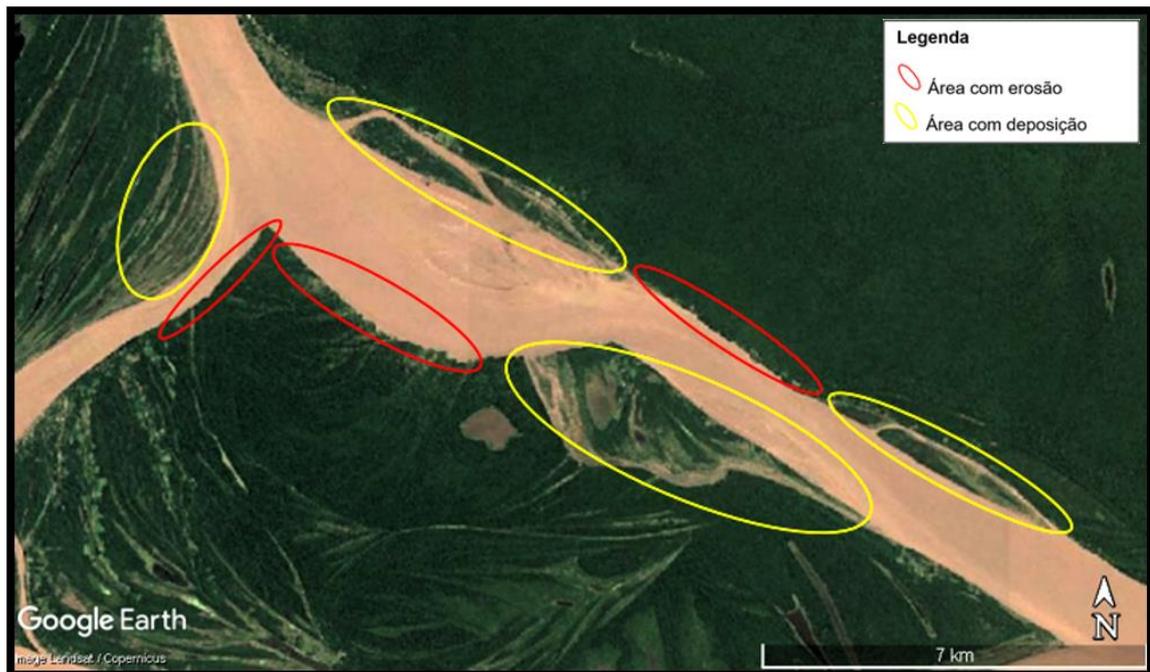


Fonte: Google Earth, 1997, adaptado pelo autor.

Já na figura 7, em dezembro de 2020, pode-se perceber que determinadas praias fluviais foram ocupadas por vegetação e se consolidaram como ilhas, enquanto os processos erosivos continuam atuando de forma intensa na margem oposta. Em outra área (figura 6), na qual havia erosão na margem direita, promovida pelo redirecionamento do fluxo por banco de sedimentos no leito do rio, houve a completa substituição do processo erosivo por deposição deslocando a erosão para a margem esquerda.

Os processos de deposição e erosão são intensos no rio Solimões. Na figura 06, havia um pequeno lago na ilha próximo a área de bifurcação do canal do rio em 1997. No entanto, na figura 7, essa estrutura lacustre já não existe pois estava localizada em uma área elevado dinamismo erosivo e que foi destruída.

Figura 7 - Ilhas nos canais do Rio Solimões em 2020



Fonte: Google Earth, 2020 adaptada pelo autor.

O surgimento de uma praia fluvial é em uma das margens do rio é um sinal de alerta para os ribeirinhos que construíram suas casas na margem oposta, pois eles entendem que haverá terra caída na área ocupada por eles e que devem mudar a comunidade para outro local.

2.4.4.3 Ocorrência de barras de sedimentos no canal

O complexo jogo entre os processos de erosão, transporte e deposição de sedimentos influencia na formação de vários tipos de estruturas que participam da morfologia fluvial, entre elas existem as barras, que “constituem formas deposicionais de material do fundo do canal (areia) que emergem à superfície da água ou que se encontram parcialmente submersas.” (Steuvax; Latrubesse, 2017, p.145). Essas barras são comuns no leito do rio Solimões e, dependendo do comportamento do rio, podem ser erodidas ou adicionadas à margem.

Como pode ser observado na figura 8, ressalta-se que a presença da barra promove o redirecionamento do fluxo ocasionando erosão na margem oposta localizada na ilha. Outro fato observável é que o fluxo redirecionado se choca com o fluxo do canal adjacente do rio comprimindo-o contra a margem esquerda.

Figura 8 – Barras de sedimentos no canal



Fonte: Google Earth, 2012 e 2021 adaptadas pelo autor.

Já na figura 9 a barra não é observada, trata-se de período de cheia, então a forma pode estar submersa ou ter sido erodida. É notório que a erosão na ilha se tornou mais acentuada na área para a qual o fluxo foi redirecionado.

Figura 9 – Ausência das barras de sedimentos no canal



Fonte: Google Earth, 2012 e 2021 adaptadas pelo autor.

2.4.4.4 Ocorrência de ilhas no canal

Com uma dinâmica intensa o Solimões apresenta grande quantidade de ilhas em seu leito. Algumas são efêmeras, surgem e desaparecem em menos de uma década, outras supõe-se que existam há alguns milhares de anos. É interessante perceber que as ilhas do Solimões refletem o dinamismo do rio, pois estão sempre sendo modificadas por conta da erosão (Terras Caídas) e da deposição de sedimentos associadas ao transporte. “A existência de ilhas no canal segue a mesma lógica da ocorrência dos bancos de sedimentos, ou seja, o fluxo é dividido e redirecionado para as margens opostas.” (Rodrigues, 2017, p.08) como pode ser visto na figura 10.

Figura 10 – Presença de ilha no canal em dezembro de 1985



Fonte: Google Earth, 2020, adaptada pelo autor.

Na figura 11 o rio modificou o leito através dos processos erosivos que atingem as margens. Na margem esquerda ocorreu um acentuamento do processo erosivo com alargamento do canal à esquerda da ilha e expansão da área de margem do rio com ocorrência de terras caídas. O canal à direita da ilha teve um

alargamento mais insipiente, mas que não pode ser desprezado, com expansão das áreas erosivas na margem direita do rio.

Figura 11 – Presença de ilha no canal em dezembro de 2020



Fonte: Google Earth, 2020 adaptada pelo autor.

Percebe-se na figura 11 que, a partir do ponto de bifurcação do rio decorrente da presença da ilha no leito, o fluxo é dividido e direcionado para as margens opostas à ilha desencadeando processos erosivos representantes das Terras Caídas, concomitante à ação erosiva há formação de vários bancos de sedimentos no entorno da ilha que tendem a unir-se a ela.

2.4.4.5 Meandros

O rio Solimões é o principal exemplo no presente texto em relação à influência da morfologia fluvial sobre a ocorrência das terras caídas. No entanto, o fenômeno em questão ocorre em outros rios com dimensões menores, mas que também são importantes pois há cidades localizadas em suas margens que sofrem com os processos erosivos. É o caso do Javari (figura 12), um afluente do Solimões, que é um rio meandrante no sentido pleno do conceito e disposto na fronteira entre o Brasil e o Peru, no qual são recorrentes eventos associados às terras caídas.

Figura 12 – Rio Javari



Fonte: Google Earth, 2021, adaptada pelo autor.

O Javari é um típico rio meandrante no qual facilmente são reconhecidas as áreas de ocorrências das Terras Caídas (figura 13). Na perspectiva do meandro, a área convexa concentra a deposição de sedimentos formando as estruturas denominadas de Barras de Pontal (Steuvax; Latrubesse, 2017).

Figura 13 – Meandros no rio Javari em julho de 2015



Fonte: Google Earth, 2015, adaptadas pelo autor.

No tocante às áreas côncavas, instalam-se os processos erosivos que atuam intensamente na modificação do canal como pode ser observado na figura 13 (áreas circundadas de vermelho). A evolução dos processos erosivos e deposicionais promove a separação de trecho do leito, tornando-o uma estrutura independente denominada de meandro abandonado. (Steuvax; Latrubesse, 2017; Christofolletti, 1981; Guerra; Guerra, 2010).

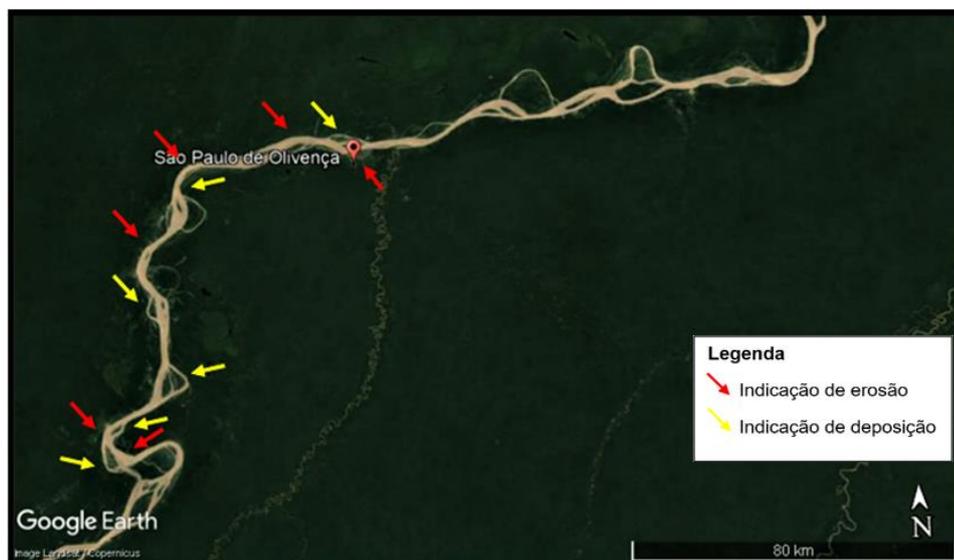
2.4.4.6 Sinuosidades

O Solimões é um rio sinuoso, e essa afirmação causa certa confusão ou estranheza, pois em contextos fora do conhecimento geomorfológico/geológico é disseminado de forma generalizada que ele possui meandros. O Solimões é um rio que apresenta canal ramificado e não um rio meandrante ao se considerar de forma plena a significância do conceito (Novo, 2008). Sendo assim,

[...] o Solimões apresenta diversas áreas com sinuosidades nos canais constituintes do seu leito, os quais se comportam como meandros devido à ocorrência dos processos erosivos nos setores côncavos e de deposição nos setores convexos. (Rodrigues, 2017, p.10).

Na figura 14 é possível observar os aspectos de canal ramificado e de sinuosidades que caracterizam o rio Solimões na área em que se encontra São Paulo de Olivença, os quais contribuem com a manifestação das Terras Caídas.

Figura 14 – Sinuosidades do canal no rio Solimões em dezembro de 2019



Fonte: Google Earth, 2019, adaptado pelo autor.

Uma questão a ser ressaltada é que, devido a intensa dinâmica presente no canal, comunidades ribeirinhas e até mesmo cidades, outrora erguidas em áreas elevadas e livres das cheias e das terras caídas, podem vir a enfrentar problemas oriundos da ação erosiva do rio Solimões, como é o caso da sede de São Paulo de Olivença.

2.4.4.7 Confluências de canais de rios diferentes

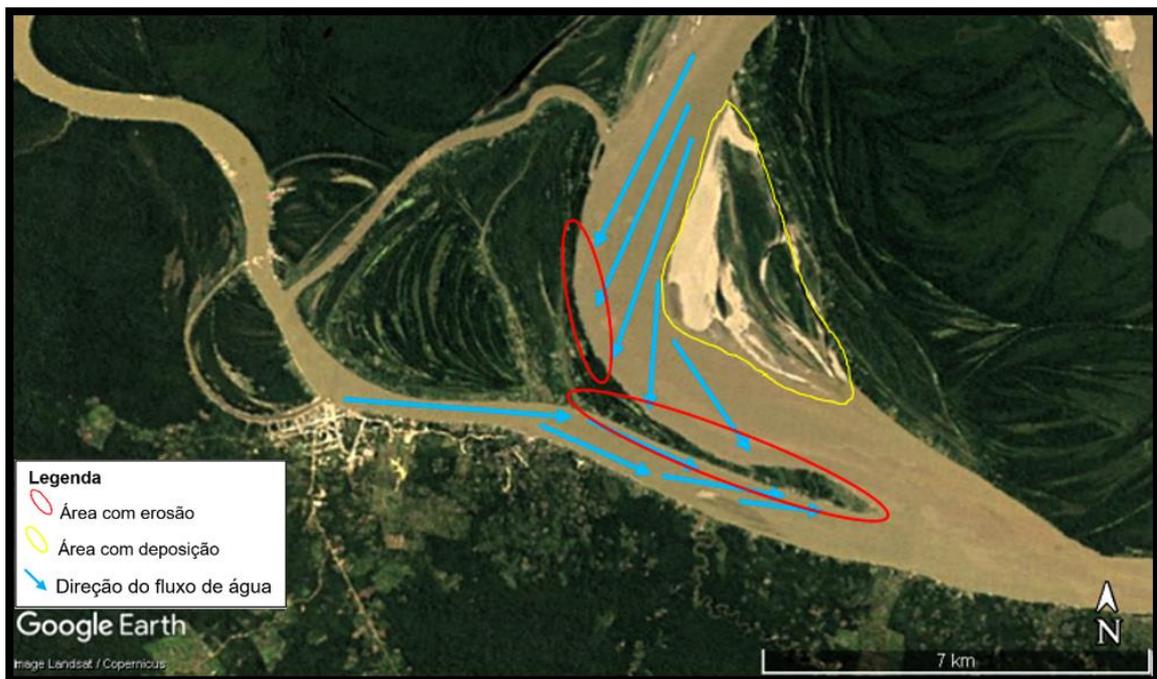
Áreas nas quais ocorrem confluência de canais possuem um dinamismo intenso que pode variar bastante ao longo do ano. Se os canais que confluem pertencerem a rios diferentes, por exemplo Javari e Solimões, a dinâmica será completamente diferente de canais que pertencem ao mesmo rio como é o caso dos canais presentes no leito do Solimões que surgem por divisão estabelecida por ilhas e bancos de sedimentos.

Deve-se considerar que o dinamismo fluvial é muito complexo, pois envolve uma série de características do rio, então quando se observa uma confluência de dois canais fluviais com origens diferentes, essa complexidade se eleva. Sendo assim em uma confluência é preciso considerar para os dois rios: volume de água, velocidade do fluxo, vazão, tipo de material transportado, gradiente, rugosidades dos leitos, formas dos leitos, entre outras características. Ainda deve-se atentar que, muitas dessas características, modificam-se bastante ao longo do ano em função da variação dos volumes de água e sedimentos que adentram no sistema fluvial decorrentes das mudanças sazonais do clima regional que podem ser elevadas para um rio em determinado ano e para o outro não, ou podem ser elevados para ambos.

Então, considerando os aspectos mencionados anteriormente, de uma forma geral, em uma confluência, o rio ou canal que tiver maior volume de água e sedimentos pode funcionar como um molhe hidráulico, em determinado período do ano, impedindo que a água e os sedimentos do corpo fluvial menor possam adentrar livremente no canal maior. Se essa condição momentânea realiza influência no transporte e deposição de sedimentos, também pode influenciar nos processos erosivos ao longo do tempo modificando a estrutura morfológica de um ou de ambos os canais como pode ser observado na figura 16 que apresenta a confluência dos rios Solimões e Javari no ano de 1984.

Na figura 15, observa-se a ocorrência de uma estrutura alongada que separa os dois canais, provavelmente formada pela deposição como resultado do jogo de força entre os dois rios. Na margem esquerda do Solimões é perceptível o intenso processo de deposição com a formação de uma extensa praia na ilha que se contrapõe a área na margem direita na qual se percebe a ocorrência de erosão (terras caídas) em outra ilha que se encontra entre os canais dos dois rios.

Figura 15 – Confluências de canais: Solimões e Javari em 1984

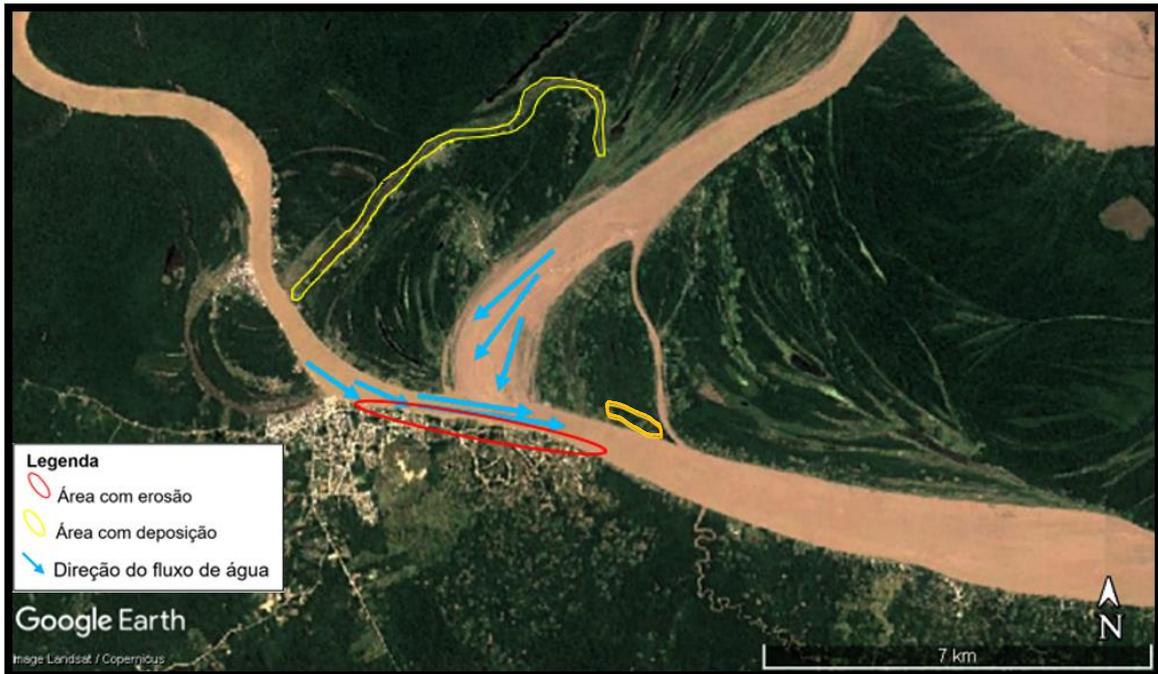


Fonte: Google Earth, 1984, adaptado pelo autor.

Na figura 16, em dezembro de 2020, 36 anos depois, a configuração morfológica se modificou bastante com intenso processo erosivo tendo se instalado na área, provavelmente como resposta à deposição na margem esquerda.

Do paraná do Javari até a extremidade da confluência dos rios havia uma extensão aproximada de 11 km em 1984 e, em 2020 era aproximadamente de 3 km. Outras questões interessantes que comprovam a intensa dinâmica fluvial na área é que houve um acréscimo de aproximadamente 2,5 km na ilha durante esse período na área de deposição. O significado é que uma pequena parcela do “istmo” da outra ilha que não foi erodido foi incorporado a área de expansão da ilha à esquerda (área circundada em laranja), enquanto o restante foi completamente erodido como pode ser observado ao se comparar as figuras 15 e 16.

Figura 16 – Confluências de canais: Solimões e Javari em 2020



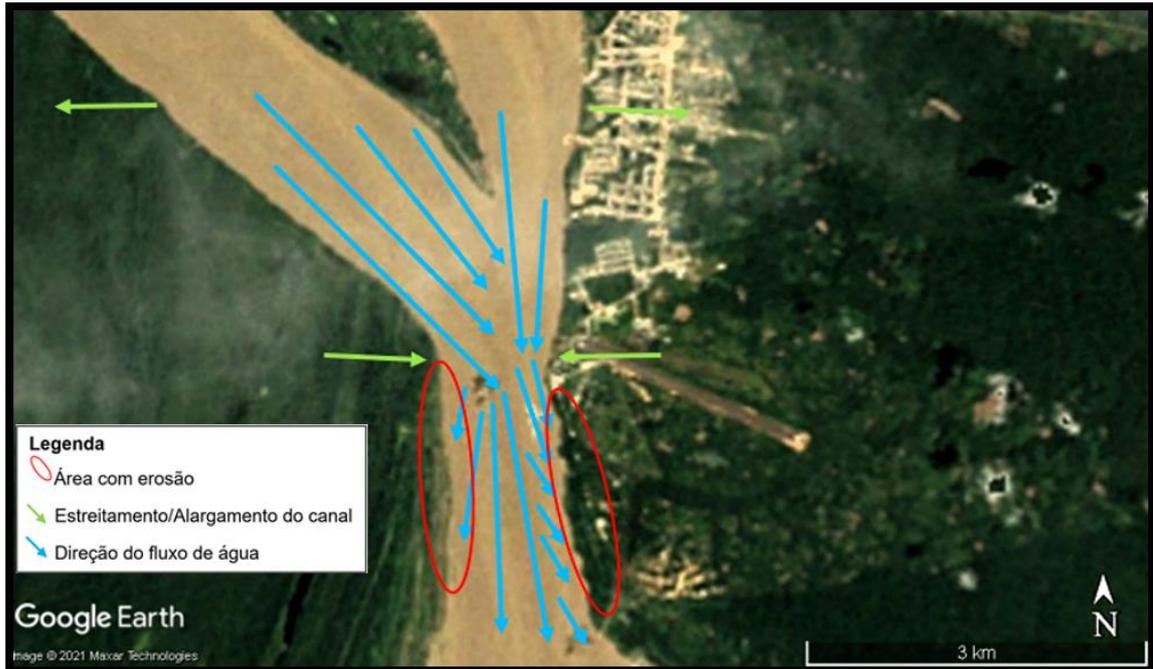
Fonte: Google Earth, 2020, adaptado pelo autor.

Merece atenção ainda o fato de que um canal (área contornada de amarelo na figura 16) que ligava o Solimões ao Javari foi atulhado no mesmo período em que ocorreu a erosão da área que se prolongava na confluência dos dois rios. Tal situação, inclusive, gerou problemas para a população local que antes acessava o Solimões através do canal que foi sedimentado. Com a retirada por completo da estrutura que antes existia entre os dois rios, houve deslocamento da confluência e uma nova condição erosiva com se instalou em uma área de expansão urbana da cidade localizada na margem direita do sistema Javari/Solimões.

2.4.4.8 Confluências de canais do mesmo rio

É possível ainda estabelecer correlações entre as terras caídas e a confluência de canais do próprio rio. Tratando-se do Solimões, ele apresenta uma estrutura morfológica de leito ramificado em vários trechos. Essas ramificações desencadeiam ações deposicionais e erosivas que se refletem na formação de ilhas, bancos de sedimentos e na ocorrência das terras caídas. Nas figuras 17, 18 e 19, demonstra-se ao longo de 35 anos as modificações impostas pela confluência dos canais do Solimões que tem gerado processos erosivos na margem esquerda associados à pressão hidráulica exercida pela vazão do canal principal.

Figura 17 – Confluências de canais do Solimões em 1985



Fonte: Google Earth, 1985, adaptado pelo autor.

Ressalta-se que a figura 18, de setembro de 2020, é relativa ao período regular de vazante do rio. Nela é possível perceber a redução no volume de água, e a intensa deposição dos sedimentos no canal secundário à direita na imagem.

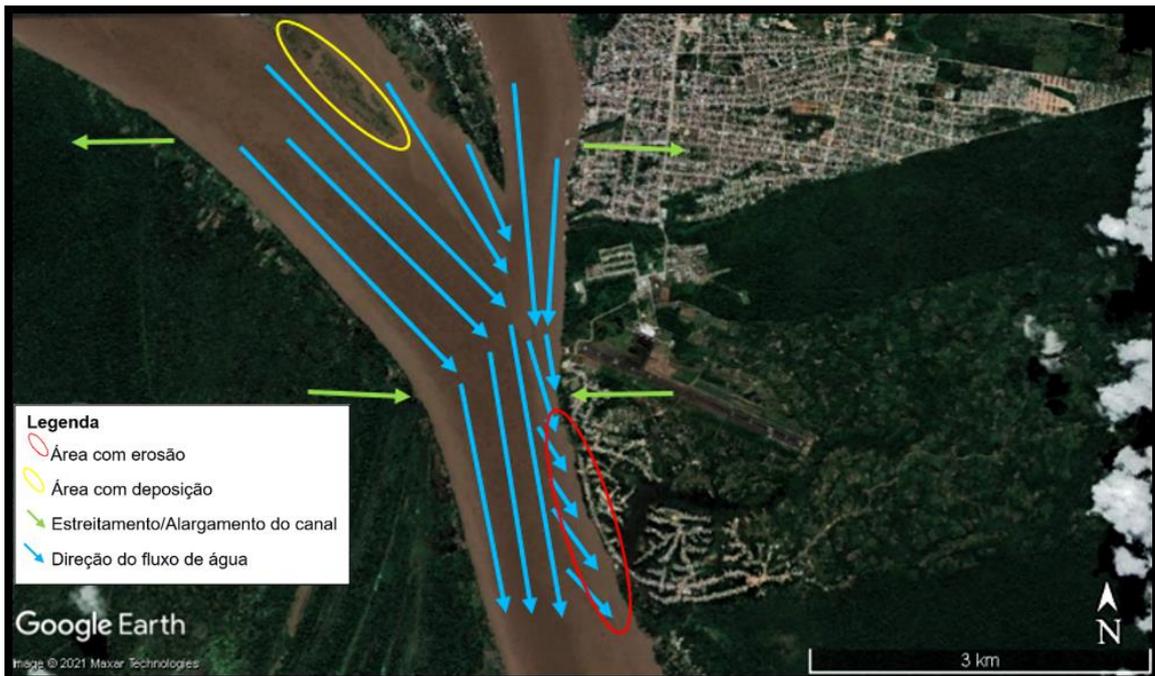
Figura 18 – Confluências de canais do Solimões em 2020



Fonte: Google Earth, 2020, adaptado pelo autor.

A confluência dos canais gera uma zona de acúmulo de sedimentos em cada canal. No canal à direita, na imagem 18, por ser o canal secundário no qual as águas são “barradas” pelas águas do canal principal, a presença de sedimentos à montante se apresenta mais acentuada se comparada com a ocorrência de sedimentos à esquerda.

Figura 19 – Confluências de canais do Solimões em 2021



Fonte: Google Earth, 2021, adaptado pelo autor.

Observa-se na figura 19 a ocorrência de sedimentos no canal principal, inclusive com a presença de vegetação ao lado da ilha de Santa Rosa. Seguindo à jusante da confluência ressalta-se uma área de ocorrência constante de Terras Caídas no Brasil. Ela se encontra em um trecho de estreitamento do canal com o volume de água oriundo do canal secundário sendo comprimido contra esta área promovendo instabilidade e ocorrência intensa processo erosivo.

2.4.4.9 Divisões e confluências do canal fluvial

O rio Solimões apresenta constantemente em seu leito sequências de divisão do seu canal em um determinada seção e confluência desses canais a alguns quilômetros à jusante. Nas áreas em que o leito se divide verifica-se a ocorrência de ilhas e bancos de sedimentos. Existem áreas em que o canal se

subdivide-se em até três ou mais canais. A confluência de dois ou mais canais em um canal impõe um volume de água e sedimentos que estava disperso nos outros canais e que, provavelmente gera uma pressão hidráulica maior no leito do canal mais “estrito” principalmente durante os períodos de cheias do Solimões.

Ao término do período de cheia, ocorre um alívio de pressão das margens fragilizando-as em decorrência da vazante do rio, promovendo a formação de abatimentos, intensificando os já existentes e, principalmente, desencadeando movimentos de massa na área em questão. (Rodrigues, 2017, p.09).

Na figura 20 pode-se observar as sequências de confluências e divisões no trecho do Rio Solimões entre os municípios de São Paulo de Olivença e Amaturá, e a evolução nos aspectos relacionados à dinâmica do rio imposta às ilhas que ocasionam divisões no próprio canal.

Figura 20 – Sequências de divisões e confluências do canal do Solimões



Fonte: Google Earth, 1987 e 2022, adaptadas pelo autor.

A presença de ilhas fluviais (figura 20) é constante no canal do rio Solimões ao longo do seu perfil longitudinal, no percurso entre a tríplice fronteira (Brasil, Colômbia e Peru) e Manaus. Essas ilhas exercem um papel importante quanto à morfodinâmica do Solimões, pois são causa e resultado, dos processos erosivos, de transporte e de deposição dos sedimentos do rio.

Ressalta-se ainda que a ocorrência das Terras Caídas tem relação íntima com essas sequências e, ainda que se tenha abordado a relação dos processos erosivos anteriormente com a divisão do fluxo através das ilhas e bancos de sedimentos, e com a confluência de canais, pretende-se aqui apresentar que tais situações não estão restritas a somente um ou outro ponto do rio, mas que têm ocorrência ao longo de todo o canal.

2.4.5 Hidrodinâmica no canal fluvial

Os processos hidrodinâmicos que ocorrem no canal fluvial se caracterizam como fundamentais no desencadeamento das terras caídas. Apesar de não possuir o conhecimento científico o ribeirinho, através de sua experiência adquirida vivenciando seus dias na lida com os rios percebe e entende as nuances relativas às ações promovidas pela dinâmica fluvial e as consequências para a sua vida no tocante à pesca, transporte e fixação de residência na margem ou no próprio canal fluvial. Para Sternberg

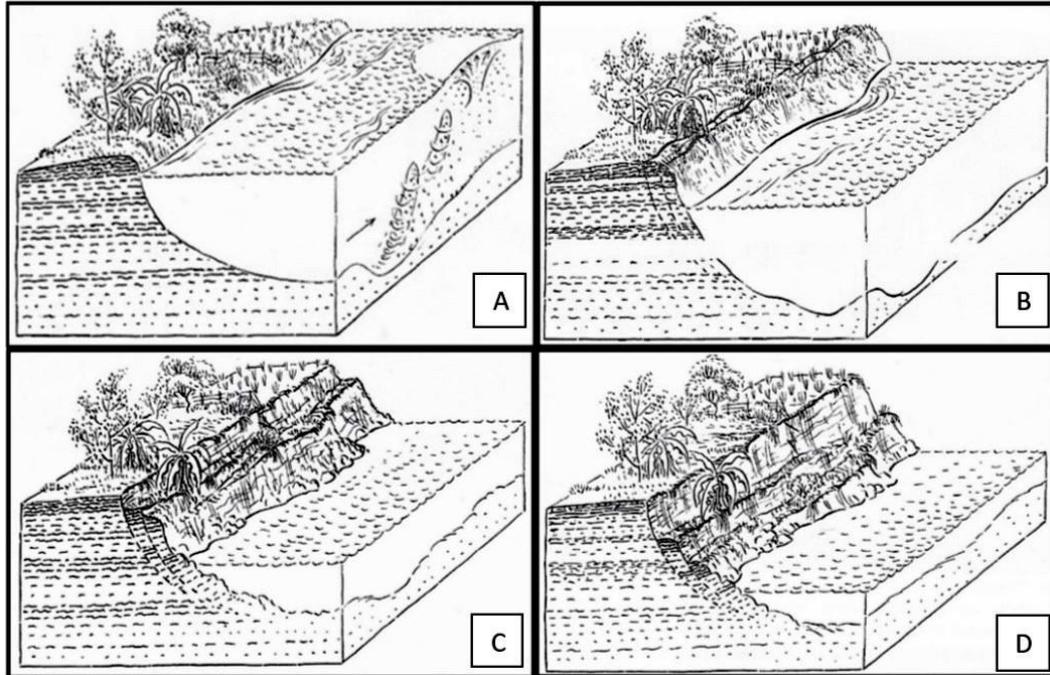
Há que considerar a atividade geológica do rio. E o resultado desse trabalho, além de estar subordinado à natureza dos terrenos nos quais a água atua, depende das propriedades desta, dos materiais que conduz em seu seio e das características do seu escoamento. Ora, os rios que fluem através das planícies aluviais têm a peculiaridade de estabelecerem, eles próprios, as superfícies de descontinuidades que os limitam e definem. (Sternberg, 1998, p. 44)

O tipo de material transportado relacionado à forma de transporte, volume de água e vazão associados à variação sazonal, forma relacionada à largura e profundidade do canal, entre outros fatores, têm forte influência nos processos erosivos e deposicionais e, por conseguinte, na ocorrência das terras caídas. Sternberg, à época da sua pesquisa, descreveu o processo erosivo recorrente nas margens dos rios amazônicos:

O principal fator responsável pela aluição dos barrancos das margens e conseqüente recuo das margens é o aprofundamento do álveo. O mesmo se dá por uma ação vorticiosa, gerada na ascensão de uma massa d'água. Trata-se de um dos mais comuns, se bem que mais importantes, fenômenos da macroturbulência nos rios. (Sternberg, 1998, p.63)

O processo descrito é apresentado sequencialmente na figura 21, na qual é possível ver o vórtice gerado no fundo do leito do rio que chega à superfície da água (21A).

Figura 21 – Dinâmica hidrológica deflagrando a erosão



Fonte: Sternberg (1998)

Tal situação forma cavidades no leito argiloso fragilizando a base submersa das margens que termina por ceder, por vezes na forma de degraus que são os chamados abatimentos de solos (21B, 21C e 21D). Há ainda outros processos hidrológicos que contribuem com o desencadeamento de Terras Caídas.

A pressão hidrodinâmica relacionada à corrente fluvial (vazão) (Igreja; Carvalho; Franzinelli, 2010) condiciona as margens a uma situação de fragilidade estrutural máxima, tendo em vista que o pacote sedimentar de origem recente se apresenta de forma inconsolidada. Sendo assim, tem-se que a pressão hidrodinâmica equivale a

Pressão da água corrente imprimida pela velocidade e por uma descomunal descarga fluvial que varia de 90.000 a mais de 250.000 m³/s, fazendo pressão nas margens. Além da pressão hidráulica a forma turbulenta das correntes também tem um papel importante no processo erosivo. (Carvalho; Cunha; Igreja; Carneiro, p. 4, 2009)

Dessa forma nas áreas em que ocorrem confluências de canais de um mesmo rio o volume de água que se comprime e gera pressão durante os períodos

de cheias nas margens rompe o equilíbrio de sustentação quando ocorre a vazante com o alívio rápido da pressão gerada. Dessa forma as margens cedem em direção ao leito fluvial. Somada à pressão tem-se ainda que “A energia das correntes erosivas contra as margens, inclusive nas juntas e fraturas, aliadas às componentes precedentes, pode provocar o colapso, gerando desabamentos, desmoronamentos e deslizamentos – terras caídas.” (Igreja; Carvalho; Franzinelli, 2010, p. 137) Sendo assim entende-se que o regime sazonal de cheias e vazantes dos rios é um elemento natural importante para se entender as Terras Caídas.

Há ainda outra força representada pela pressão hidrostática que ocorre por infiltração no pacote sedimentar nas margens (Igreja; Carvalho; Franzinelli, 2010). Há duas situações: a primeira é que “A água de infiltração penetra nos poros entre as partículas dos sedimentos inconsolidados aumentando a massa e, por consequência, concorrendo para o desequilíbrio local.” (Igreja; Carvalho; Franzinelli, 2010, p. 136). Situação que leva ao colapso das camadas superiores. A segunda situação,

É a pressão da água retida no pacote sedimentar. A retenção de água do transbordamento no pacote sedimentar, alimentado pelas águas retidas na superfície pelos pequenos lagos rasos, furos e brecha de extravasão e pelas pesadas chuvas desempenham papel importante no processo erosivo. (Carvalho; Cunha; Igreja; Carneiro, p. 4, 2009)

Quando ocorre a vazante, a velocidade com que o rio baixa o nível da água é maior que a velocidade da redução do nível da água nas camadas do solo, tornando as camadas superiores mais pesadas. Quando ocorre a erosão promovida pela correnteza na base submersa da margem durante a cheia, a margem sustenta-se pela pressão do volume de água do canal. Com a descida da água e a base erodida o peso das camadas superiores faz com que elas cedam.

2.5 Terras Caídas: fatores e processos sociais

Tratando-se dos aspectos humanos de uso e ocupação da área é preciso compreender as múltiplas dinâmicas das atividades sociais, econômicas, políticas e culturais que configuram o perímetro urbano que se encontra sob ação das terras caídas. Determinadas atividades, comuns às cidades, apresentam relação direta com a implementação do risco e ocorrência de eventos de terras caídas tais como:

2.5.1 Expansão urbana desordenada

No processo de interiorização da Amazônia a floresta foi uma barreira natural que dificultou bastante o deslocamento terrestre. Sendo assim, os núcleos urbanos amazônicos estão assentados nas margens instáveis dos rios. A expansão urbana sem planejamento e sem atenção aos processos naturais presentes nessas áreas terminou por subjugar as cidades às Terras Caídas. Áreas com sérias limitações de ocupação e usos, por conta dos processos erosivos, foram ocupadas e receberam estruturas que terminaram por torná-las mais suscetíveis às ações da natureza.

Cidades como Parintins e Itacoatiara (no rio Amazonas); Barcelos e Santa Isabel do Rio Negro (no rio Negro), Manacapuru, Codajás, Coari, Tefé, Fonte Boa, São Paulo de Olivença e Tabatinga (no rio Solimões), Novo Aripuanã, Manicoré e Humaitá (no rio Madeira), Lábrea (no rio Purus) e Eirunepé (no rio Juruá) foram antigos núcleos de povoamento que se estabeleceram e se desenvolveram a partir da navegação fluvial, da agricultura de várzea nas planícies fluviais e da ocupação de barrancas mais elevadas em terraços e tabuleiros, por onde foram implantados os sítios urbanos. (Dantas; Maia, 2010, p. 35)

Dessa forma, o quantitativo de cidades que sofrem com as Terras Caídas no Amazonas é elevado. Os perímetros urbanos também contribuem com o desencadeamento das Terras Caídas através de algumas situações que terminam por ocorrer nas margens do Solimões como as que se seguem.

2.5.2 Construção de prédios na margem do rio

Em função do contexto histórico de ocupação, da realização de atividades econômicas e da ausência de planejamento urbano, de uma forma geral as cidades localizam-se nas margens dos rios, sendo esse quadro muito comum na região norte do Brasil e, a cidade de São Paulo de Olivença encontra-se inserida nesse contexto. Na sede do município, como pode ser observado na figura 22 de 2017, havia casas e prédios comerciais, com vários deles abandonados em função das Terras Caídas e outros ainda ocupados por insistência dos moradores que, por algum motivo particular, insistiam em permanecer nos imóveis. Mesmo em 2024, há pessoas que residem ou mantêm algum tipo de estabelecimento comercial na área de risco na margem do Solimões na sede do município.

Figura 22 – São Paulo de Olivença: prédios residenciais e comerciais em 2017



Fonte: Ribeiro, 15/11/2017.

Na Amazônia os portos são construídos nas margens dos rios e a questão principal é que a área de construção dessas estruturas é sensível às modificações realizadas pelo homem, pois são zonas de transição entre o meio líquido e o meio sólido com intenso fluxo de energia por conta da dinâmica natural do rio. Na figura 23 é possível ver o prédio da hidroviária de São Paulo de Olivença demolido pelo DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes) em 2023 pois, o solo na área cedeu e a estrutura foi danificada gerando a possibilidade de desabamento e oferecendo riscos à população.

Figura 23 – Hidroviária de São Paulo de Olivença demolida em 2023



Fonte: Ribeiro, 15/11/2017.

As margens fluviais, principalmente dos rios de água branca como o rio Solimões, receberam estruturas que não estão em acordo com a dinâmica imposta pelos processos naturais. Não somente em São Paulo de Olivença, mas nos diversos municípios que pontuam os vales fluviais amazônicos verifica-se a presença de construções que vão além de casas e prédios comerciais como: mercados, hotéis e galpões localizados às margens dos rios. Outras construções relacionadas à infraestrutura urbana também são observadas como: reservatórios de água para abastecimento público, cemitérios e até pistas de pouso de aviões.

2.5.3 Ausência de saneamento básico

A ausência de saneamento básico agrava e contribui para a ocorrência das Terras Caídas, pois é possível encontrar esgoto doméstico sendo direcionado para as áreas de ocorrência de processos erosivos.

2.5.4 Circulação de embarcações no rio

O constante deslocamento de embarcações de tamanhos, potências e velocidades variados no leito do rio promove a geração de ondas que se chocam contra as margens desencadeando erosão. Ao atingir constantemente as margens, as ondas realizam o desgaste da base promovendo o solapamento das camadas superiores. Essa ação é potencializada em momentos de temporais nos quais o vento também atua na geração e propagação de ondas no rio. (Labadessa, 2014)

2.5.5 Desmatamento

A retirada da vegetação nativa facilita e intensifica os processos erosivos, pois deixa o solo desprotegido e, quando ocorre precipitação, grande volume de água infiltra saturando rapidamente as camadas superficiais dos solos e desencadeando os processos apresentados anteriormente. (Labadessa, 2011; CPRM, 2007). Vale ressaltar que a vegetação não impede a ocorrência das terras caídas, mas a retirada dela acelera os processos envolvidos.

3 METODOLOGIA

Pode-se inferir que “[...] a metodologia desenvolve os caminhos para se fazer ciência. Por isso, dedica-se aos aspectos instrumentais da ciência: procedimentos, ferramentas e métodos.” (Mikosik, 2020, p.27). Sendo assim o presente capítulo busca apresentar a metodologia implementada na presente pesquisa, assim como, os procedimentos e ferramentas que a integraram na busca de se atingir os objetivos específicos propostos.

As atividades relacionadas à pesquisa como processo estão interligadas aos conceitos norteadores que visavam alcançar os objetivos específicos que, por sua vez, culminaram no objetivo geral. Sendo assim é pertinente destacar que, com base na proposta de Olímpio (2017) em termos metodológicos, a pesquisa foi subdividida em três partes que se complementaram:

3.1 Definição da área e objeto de estudo

Inicialmente foi definido o tema a ser trabalhado a partir da observação de eventos erosivos e de movimentações de massas recorrentes nas margens de rios como o Solimões denominados de Terras Caídas. Em seguida constatou-se que os mesmos ocorrem também nas cidades localizadas nas margens dos rios com certa frequência anual, desencadeando danos sociais e econômicos e caracterizando situações de riscos e desastres nos locais em que se consolidam. Posteriormente foi identificado que um dos municípios do Amazonas que mais sofre com as Terras Caídas é São Paulo de Olivença localizado no oeste do estado. De forma mais precisa a orla fluvial na qual está assentada parte da sede do referido município.

Sendo assim nesta etapa inicial foi determinada a área a ser pesquisada: orla da cidade de São Paulo de Olivença associada ao estabelecimento de riscos à população local e ocorrência de desastres associados as Terras Caídas. Foram realizadas buscas de informações sobre os eventos como: datas de ocorrência, magnitude, pessoas atingidas e danos materiais para que dessa forma fossem confirmados, ainda que de forma incipiente, os riscos e os desastres, a partir dessas buscas foi identificado outro problema que aflige parte da população da sede de São Paulo de Olivença: as cheias do rio Solimões.

3.2 Revisão da literatura

A revisão bibliográfica é uma atividade que demanda pesquisa, leitura e interpretação de textos que se relacionam com o escopo da pesquisa. Foi importante e indispensável o reconhecimento de autores consagrados da Geografia, mas a interdisciplinaridade também foi uma forte aliada no avanço da pesquisa promovendo a ampliação do horizonte conceitual trabalhado sobre o objeto de estudo. Por tanto, autores da Geografia como: Zanella, Albuquerque, Olímpio, Mendonça, Christofolletti e Carvalho; e de ciências correlatas como: Igreja e Franzinelli, que contribuíram com o entendimento sobre riscos, desastres, perigo, terras caídas entre outros conceitos trabalhados ao longo da pesquisa. Ressalta-se ainda que a revisão bibliográfica não se restringiu ao momento de construção do referencial teórico, mas foi realizada sempre que necessário para se atingir cada objetivo.

3.3 Levantamento de dados sociais e ambientais

Os dados relacionados aos contextos social e ambiental foram de fundamental importância para a presente pesquisa, tendo em vista que os desastres envolvendo as Terras Caídas e residentes na sede de São Paulo de Olivença não se originam em função de causas exclusivamente naturais. Questões sociais, econômicas, culturais e políticas ao se associarem aos processos naturais têm influência no estabelecimento dos riscos envolvidos nos eventos erosivos na margem do rio Solimões. Cada informação foi inserida no contexto da pesquisa como peças de um mosaico que, ao final, foram capazes de dar veracidade à tese proposta. Vários dados foram coletados, analisados e tratados visando o estabelecimento de um quadro que serviu como base para o entendimento dos riscos e dos desastres relacionados às Terras Caídas na área de estudo:

- População: sexo, idade, residência, instrução, economicamente ativa, renda, escolaridade;
- Políticas públicas de urbanização da área;
- Políticas públicas aos atingidos por desastres na área da pesquisa;
- Prevenção de riscos e desastres na área de estudo;
- Atividades econômicas desenvolvidas na área da pesquisa;

- Equipamentos urbanos presentes na área da pesquisa;
- Séries de precipitação na área de estudo.

Estes dados foram obtidos junto à prefeitura de São Paulo de Olivença, Governo do Amazonas, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Agência Nacional das Águas (ANA), Serviço Geológico do Brasil (CPRM). Para o levantamento de dados foram empregados os seguintes procedimentos técnicos:

3.3.1 Trabalho de campo

O trabalho de campo foi uma importante ferramenta, senão fundamental, para o desenvolvimento da pesquisa, pois nele foram contidas várias atividades que imprimiram robustez na realização dos objetivos.

As técnicas de campo abrangem a observação e a interpretação do fenômeno ou do processo por meio de instrumentos adequados, sejam eles simples, como uma caderneta de campo, ou sofisticados, como os das estações totais. Na ocasião, há um contato direto com a realidade em que seu objeto de estudo está inserido. Esse momento tem uma enorme importância para a sua pesquisa científica, pois permite que você observe os fenômenos e processos atuantes, assim como as inter-relações e a interdependência entre os fatores presentes no objeto de estudo. (Mikosik, 2020, p. 39)

Tratando-se de uma tese na perspectiva da Geografia, o trabalho de campo assumiu um papel indispensável na coleta de dados, tenha sido através da realização de entrevistas ou no registro fotográfico, assim como através da observação e anotações realizadas em campo. Mikosik afirma que o trabalho de campo envolve:

[...] coletar dados, por meio da observação e da interpretação acerca de um problema a ser solucionado, de uma hipótese a ser comprovada ou da descoberta de novas inter-relações ou interdependências entre os fenômenos e os processos. Essa técnica permite que a observação e a interpretação dos fenômenos e dos processos ocorram em uma escala de detalhe, ou seja, *in situ*. (Mikosik, 2020, p. 57)

O trabalho de campo aproxima o pesquisador da realidade investigada gerando informações detalhada de processos que, por vezes, não podem ser observados nos documentos oficiais. Além do exposto torna-se claro que

O pesquisador é o principal responsável pela pesquisa científica, seja no que se refere à abordagem realizada no objeto de estudo, aos resultados obtidos ou às considerações elaboradas. Nesse contexto, o trabalho de campo é um instrumento da análise geográfica, fundamentado em um método de investigação, que possibilita a inserção do pesquisador na sociedade. (Mikosik, 2020, p. 61)

Nesse contexto foram realizados três trabalhos de campo na cidade de São Paulo de Olivença no estado do Amazonas:

- o primeiro campo entre os dias 25 e 29 de março de 2022;
- o segundo campo entre os dias 18 e 22 de março de 2023;
- o terceiro campo entre os dias 08 e 10 de março de 2024.

Os trabalhos de campo tiveram a finalidade de se realizar uma série de atividades as quais possibilitaram: observar a área de estudo, coletar dados e fazer contatos com residentes que possam contribuir com a pesquisa.

3.3.2 Registro fotográfico

De acordo com Justiniano (2010, p. 414) “A fotografia pode ser utilizada como procedimento de pesquisa, recurso didático ou ilustração de relatórios e publicações.” Sendo assim, a fotografia é uma técnica de valiosa utilidade no contexto de análise temporal e espacial, principalmente no âmbito da Geografia. Foram utilizados registros fotográficos da área de estudo compostos por dois tipos de fotografias:

a) Fotos históricas que retratam a evolução da área estudada no tocante ao processo de urbanização e aos eventos de Terras Caídas.

b) Fotos atuais a serem realizadas pelo autor na área da pesquisa para que se possa comparar de forma analítica com as fotos históricas.

Foram obtidas fotos antigas durante os trabalhos de campo junto à Prefeitura Municipal de São Paulo de Olivença e na página do Facebook dedicada à cidade. Parra o registro fotográfico, uma câmera Canon EOS 7D que produz imagens de até 18 MP foi utilizada. Também foi utilizada a câmera de um celular Galaxy M54 5G que produz imagens de até 108 MP.

3.3.3 Utilização de cálculos estatísticos

Os dados coletados foram analisados e tratados sob a ótica da Estatística, já que os cálculos estatísticos promovem a condição de se verificar a veracidade dos dados obtidos em relação ao que se está pesquisando (Gil, 2008).

3.3.4 Sensoriamento remoto e cartografia

Em uma pesquisa na perspectiva da Geografia é essencial o uso de técnicas que possam analisar e mensurar espacialmente os resultados impressos na paisagem pelos processos pertinentes à dinâmica local. Sendo assim

O sensoriamento remoto é, atualmente, uma das técnicas mais importantes para o estudo, o mapeamento e o acompanhamento das transformações na paisagem. O grande potencial do sensoriamento remoto reside na possibilidade de adquirir informações da área de interesse a custo relativamente baixo, cobrindo grandes áreas, em locais muitas vezes de difícil acesso (como na Amazônia) e com intervalos de repetição – o que possibilita o monitoramento. (Luchiari; Kawakubo; Morato, 2010, p. 234)

As Terras Caídas terminam por dinamizar as paisagens nas quais elas ocorrem e as técnicas de sensoriamento remoto podem demonstrar a evolução de paisagens urbanas que sofreram modificações impostas por esses eventos como se observa em São Paulo de Olivença.

Ressalta-se que “O sensoriamento pode ser definido como a técnica que permite a obtenção de informações acerca de objetos, áreas ou fenômenos (alvos), presentes na superfície terrestre, sem que haja a necessidade do contato direto com eles.” (Luchiari; Kawakubo; Morato, 2010, p. 235). Sendo assim, entre as ferramentas/produtos do sensoriamento que mais se adequaram à pesquisa foram utilizadas as imagens de satélites, em conjunto com imagens do GoogleEarth, da área estudada que auxiliaram na compreensão de como a paisagem urbana de São Paulo de Olivença na margem do rio Solimões se modificou na área de estudo a partir dos processos de urbanização e eventos de Terras Caídas em 45 anos. Portanto são utilizadas imagens de satélite que retratam o período compreendido entre os anos 1975 e 2020.

A cartografia é um ramo da Geografia que se desenvolveu bastante em conjunto com o Sensoriamento Remoto. A utilização de cartas, mapas e imagens de

satélite se tornou indispensável nas pesquisas que trabalham com a análise da paisagem. Logo, o levantamento cartográfico e de imagens é uma atividade que foi realizada para se atingir determinados objetivos propostos na presente pesquisa que necessitaram de uma visão gráfica da área.

Foram utilizadas imagens produzidas por um Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT), modelo Mini DJI 2 RC-N1 GPS/GLONASS/GALILEO - ISO 100-3200, para produção de fotos de locais da cidade como: fonte de captação de água, confluência do igarapé Inaquetê com o rio Solimões, confluência do igarapé Ajaratuba com o rio Solimões e das áreas erosivas e de movimentação de massa na orla da cidade.

Foram produzidos 07 mapas na escala 1:1.350.000 que tratam de aspectos naturais do município e de localização:

1. Localização de São Paulo de Olivença, Amazonas, Brasil.
2. Geologia do Município de São Paulo de Olivença, Amazonas, Brasil
3. Hipsometria da Cidade de São Paulo de Olivença, Amazonas, Brasil
4. Relevo do Município de São Paulo de Olivença, Amazonas, Brasil
5. Solos do Município de São Paulo de Olivença, Amazonas, Brasil
6. Hidrografia do Município de São Paulo de Olivença, Amazonas, Brasil
7. Unidades de Paisagens do Município de São Paulo de Olivença, Amazonas, Brasil

Para a construção dos Mapas foi utilizado o programa Qgis, com utilização das seguintes fontes de dados:

- Limites políticos e logradouros (Malha municipal, IBGE, 2022);
- Sedes municipais (Cidades, ANA, 2016);
- Geologia e Hidrografia , SA-19 e SB-19, (CPRM, 2009);
- Hidrografia (Geodiversidade, CPRM, 2009);

3.3.5 Suscetibilidade

A Suscetibilidade foi definida em função da identificação de processos naturais presentes na área que desencadeiam os eventos de Terras Caídas a partir das unidades de paisagem estabelecidas. Também foram identificadas as transformações estruturais realizadas pela sociedade que modificaram a paisagem natural local e que se associaram aos processos físicos locais promovendo a

ocorrência das Terras Caídas. Sendo assim foram considerados aspectos ligados à geologia, geomorfologia, solos, uso e ocupação, dentre outros fatores.

4. SÃO PAULO DE OLIVENÇA

A cidade de São Paulo de Olivença desenvolveu-se na margem direita do rio Solimões, com acesso realizado através de lancha, barco de passageiros ou avião, pois não há rodovias ligando-a a qualquer outro município ou cidade. De acordo com o IBGE (1952) São Paulo de Olivença tem suas origens ligadas ao processo de ocupação da região Amazônica realizado por missionários com a finalidade de catequizar os indígenas, apresentando a seguinte evolução histórica quanto a configuração como unidade territorial: em 1689 ocorre a fundação da Missão São Paulo Apóstolo (espanhóis); em 1759 a missão é elevada à categoria de Vila de Olivença; em 1833 ela perdeu a categoria de vila; em 1882 é elevada à categoria de Vila de São Paulo de Olivença; já em 1884 tornou-se a sede da Comarca do Solimões; em 1935 passou a ser um município autônomo e, em 1938, é elevado à condição de cidade de São Paulo de Olivença.

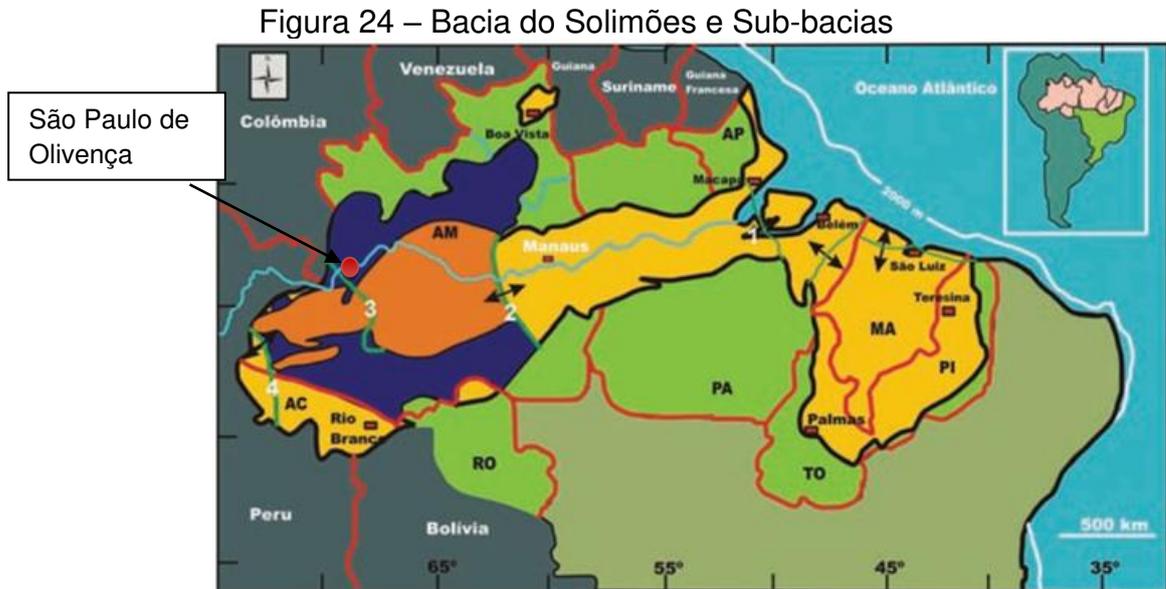
São Paulo de Olivença possui uma população de 38.047 habitantes distribuídos em uma área territorial de 19.658,50 km², apresentando uma densidade demográfica de 1,94 hab/km². Esses dados dizem respeito ao ano de 2017, tendo em vista a não realização de censo ou contagem da população até o presente ano de 2022. O município apresentou ainda um PIB per capita de R\$3,65 para 2016 e um IDHM de 0,521 em 2010, sendo considerado baixo.

Decorrente da perspectiva de desenvolvimento social e econômico no estado do Amazonas segundo o IBGE (2022) (dados do cidades em 23.02.22), São Paulo de Olivença está inserido nas seguintes categorizações regionais: 1^a Sub-Região do Alto Solimões; integra a hierarquia urbana no Amazonas como Centro Local (5); faz parte da Região de Influência de Tabatinga que é denominada de Centro Subregional B (3B); é integrante da Região intermediária de Tefé; compões a Região imediata de Tabatinga; faz parte da Mesorregião denominada de Sudoeste Amazonense e da Microrregião do Alto Solimões.

4.1 Contexto ambiental

4.1.1 Geologia

Tratando-se dos aspectos geológicos, na figura 24, pode-se observar que a cidade se encontra assentada na Bacia sedimentar Solimões, em azul, e na sub-bacia Jandiatuba, em laranja à oeste do Arco de Carauari, representado pela linha verde com o número 3 (Reis e Almeida, 2010).



Fonte: Reis e Almeida, 2010, adaptado pelo autor.

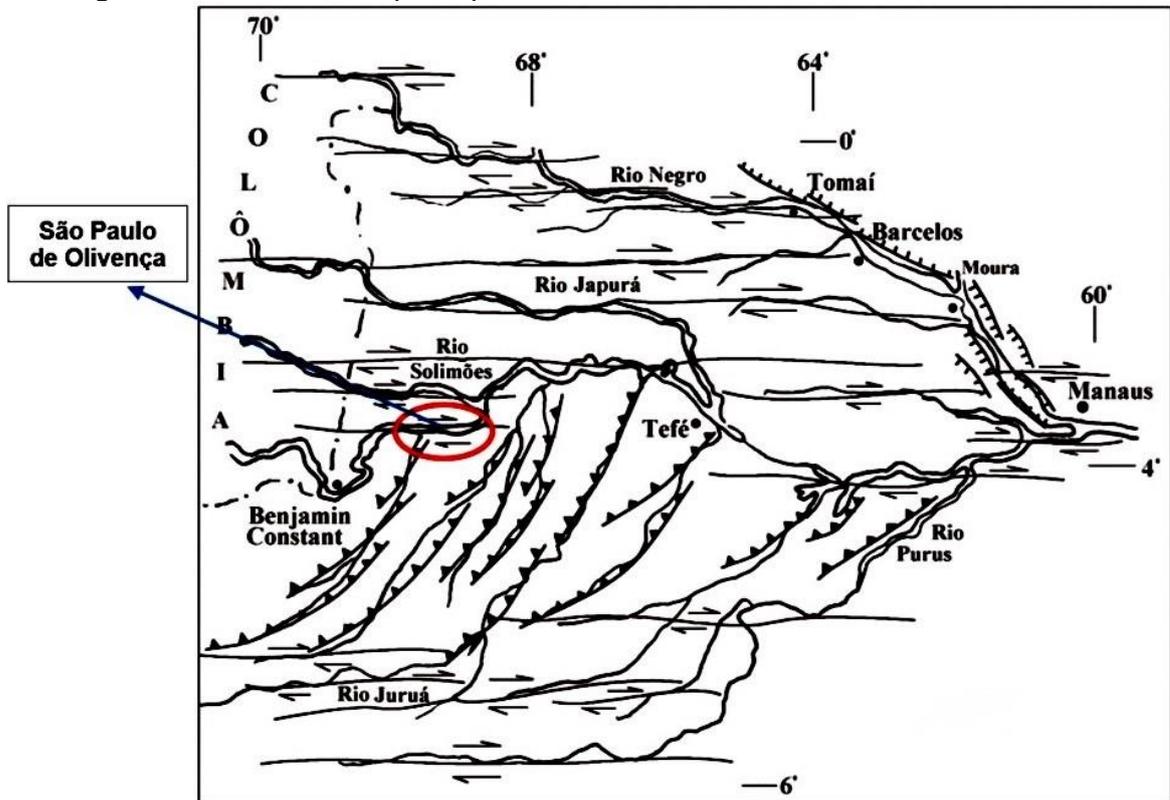
A caracterização geológica regional é um aspecto de suma importância para se compreender a ocorrência das terras caídas na área de estudo pois a geologia influencia nos processos erosivos em função de aspectos relacionados à composição da rocha e à Neotectônica por exemplo. Sendo assim,

A Bacia do Solimões constitui uma bacia sedimentar intracratônica, com aproximadamente 500.000 km² de área quase toda contida no estado do Amazonas. Encontra-se limitada a oeste pelo Arco Iquitos, que a separa da Bacia do Acre, e a leste pelo Arco Purus, que a separa da Bacia do Amazonas. Ao norte e sul é bordejada, respectivamente, por rochas proterozóicas dos escudos das Guianas e Brasil Central. Encontra-se compartimentada em duas sub-bacias – Jandiatuba e Juruá –, situadas, respectivamente, a oeste e a leste do Arco Carauari. (Reis e Almeida, p. 20, 2010).

Dessa forma, a região parece apresentar-se calma e até mesmo monótona em termos geológicos. No entanto há alguns aspectos interessantes a serem considerados. Há uma falha na qual está assentado um trecho da calha do rio Solimões e áreas adjacentes como a margem na qual encontra-se a cidade de São Paulo de Olivença como pode ser observado na figura 25. Essa falha tende a facilitar a ocorrência de abalos sísmicos na área de estudo que podem não ser

sentidos pela população, mas, influenciam na estrutura frágil das margens compostas por material inconsolidado.

Figura 25 – Leitos dos principais rios do Amazonas encaixados em falhas.



Fonte: Costa *et al.*, 1996, p. 28, adaptado pelo autor.

São Paulo de Olivença tem a sede assentada na margem direita do rio Solimões e neste trecho o canal fluvial está encaixado em uma falha geológica que, provavelmente influencia na ocorrência das Terras Caídas em função dos movimentos andinos com repercussão na região.

Por exemplo, em 26 de maio de 2019 ocorreu um abalo sísmico no distrito de Lagunas no Peru de 8,1 graus de magnitude que foi sentido na região do Alto Solimões (Farias, 2019). Mais recentemente, no dia 28 de novembro de 2021, outro abalo sísmico com magnitude 7,1 ocorreu em Condorcanqui também no Peru e foi sentido em municípios do Alto Solimões e até mesmo em Manaus (Terremoto..., 2021). No quadro 2, há mais casos de abalos sísmicos que ocorreram em diferentes momentos e foram sentidos em vários municípios do sudoeste do Amazonas e no Acre.

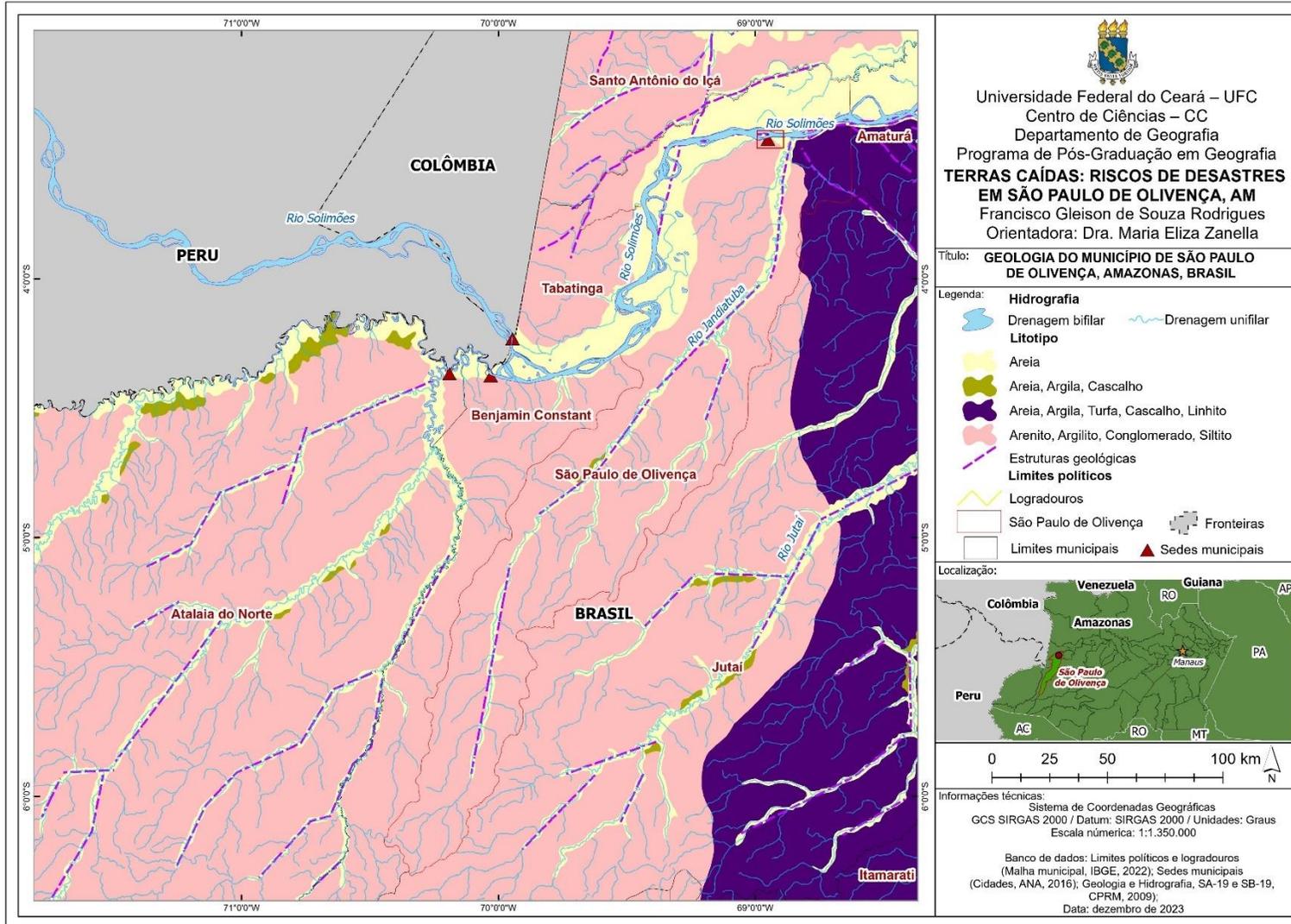
Quadro 2 – Abalos sísmicos no Sudoeste do Amazonas

Epícentro do abalo sísmico	Magnitude na Escala Richter	Data
Fronteira entre Equador e Peru	7,5	22/02/2019
Lagunas - Peru	8,1	26/05/2019
Fronteira entre Equador e Peru	7,5	23/07/2021
Condorcanqui - Peru	7,1	28/11/2021
Ipixuna - AM	6,6	20/01/2024
Marechal Thaumaturgo - AC	5,0	27/03/2024
Marechal Thaumaturgo - AC	5,1	28/03/2024

Fonte: adaptado de: Farias (2019); Terremoto... (2019); Maia (2021); Terremoto... (2021); Máximo (2024); Karina (2024).

Sendo assim, à área é propensa às ações do tectonismo que, associadas à composição geológica local, especialmente por estar em uma área de transição, como pode ser observada no mapa 2, torna a margem do rio Solimões na qual a cidade se encontra assentada ainda mais propensa aos processos erosivos. É importante deixar claro que, mesmo havendo um sismo na região e ele não seja percebido pela população, ainda assim, pode abalar as estruturas dos canais fluviais tornando-os mais suscetíveis aos demais processos desencadeadores das terras caídas.

Mapa 2 – Geologia do Município de São Paulo de Olivença, Amazonas, Brasil



4.1.2 Hipsometria

Como pode ser observado a partir do mapa 3, relacionado à Hipsometria da área de estudo, o perímetro urbano da sede de São Paulo de Olivença encontra-se sobre um terreno com presença acentuada de morros e fundos de vales que estão relacionados à pequenos canais fluviais regionalmente denominados de igarapés. É visível, na figura 26, a diferença topográfica na disposição dos imóveis em áreas elevadas e rebaixadas.

Figura 26: Construções sobre topos de morros e áreas de declives



Fonte: autor, 26/04/2022.

Destacam-se no mapa 3 duas áreas rebaixadas e relativamente mais extensas em relação às demais e que estão na margem do Solimões. São as confluências dos igarapés Inaquetê (figura 27) e Ajaratuba (figura 28) com o rio Solimões. Há várias casas de palafitas construídas sobre essas áreas dos igarapés que sofrem sazonalmente a influência do rio Solimões.

Mapa 3 – Hipsometria da cidade de São Paulo de Olivença, Amazonas, Brasil

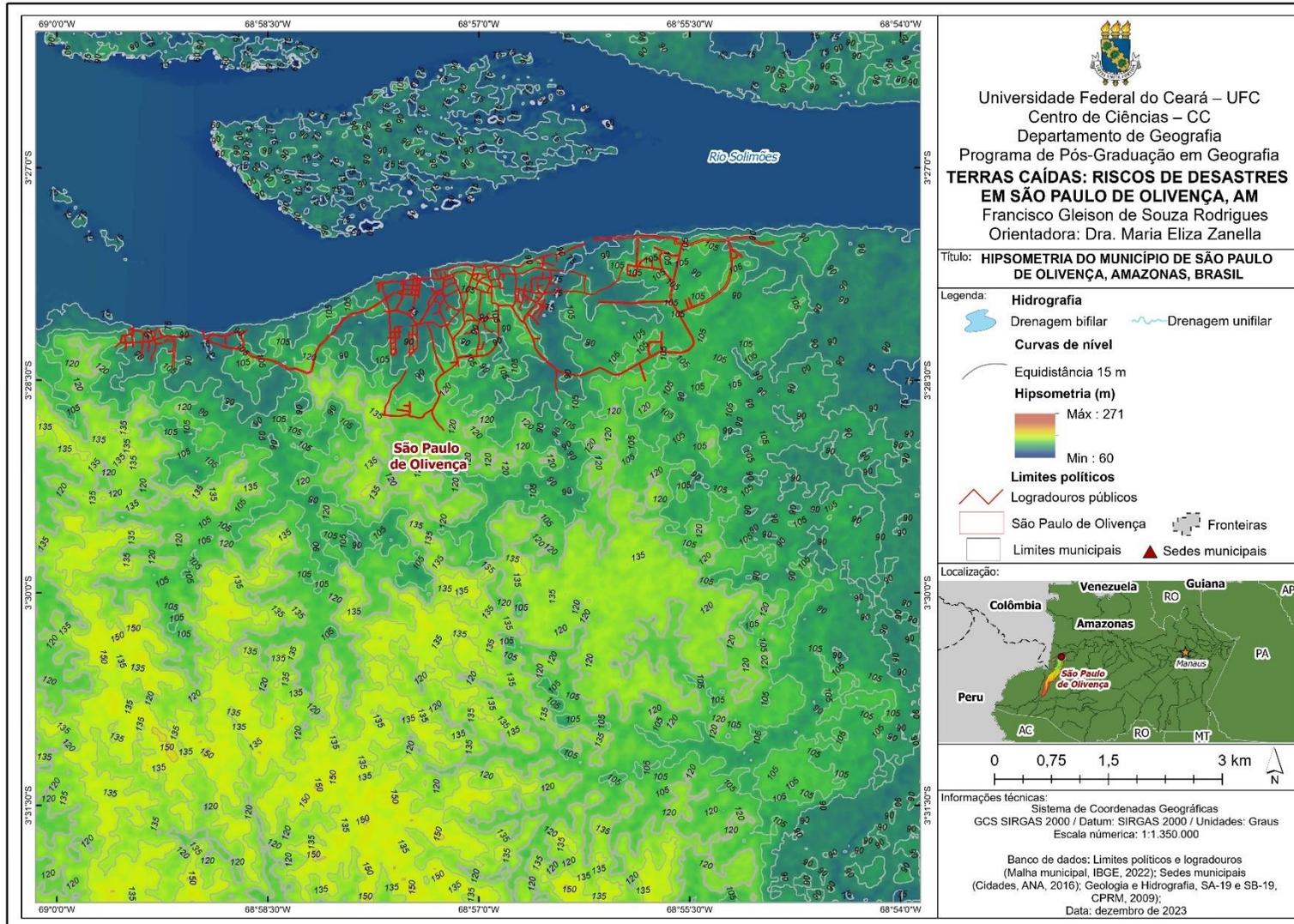
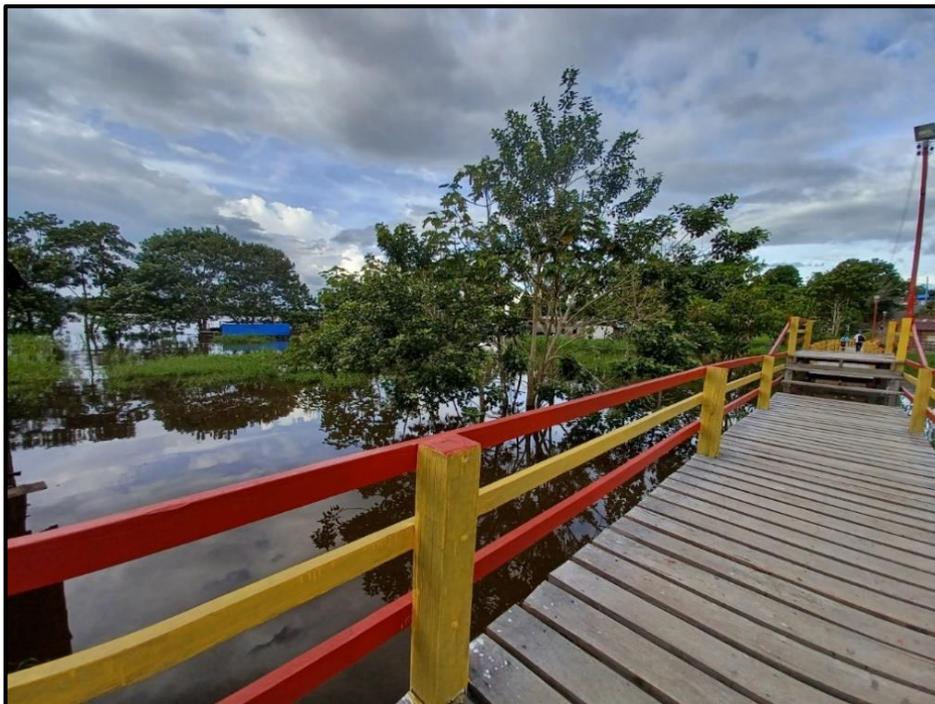


Figura 27 – Confluência do igarapé Inaquetê com o rio Solimões



Fonte: autor, 26/04/2022.

Na figura 27, no primeiro plano está a ponte de madeira, construída pela prefeitura, sobre o igarapé Inaquetê e, ao fundo, após as árvores, é possível ver o rio Solimões. Já na figura 28, são visíveis as casas com estruturas construídas sobre palafitas e que se encontram presentes na área do igarapé Ajaratuba

Figura 28 – Casas nas margens do Igarapé do Ajaratuba

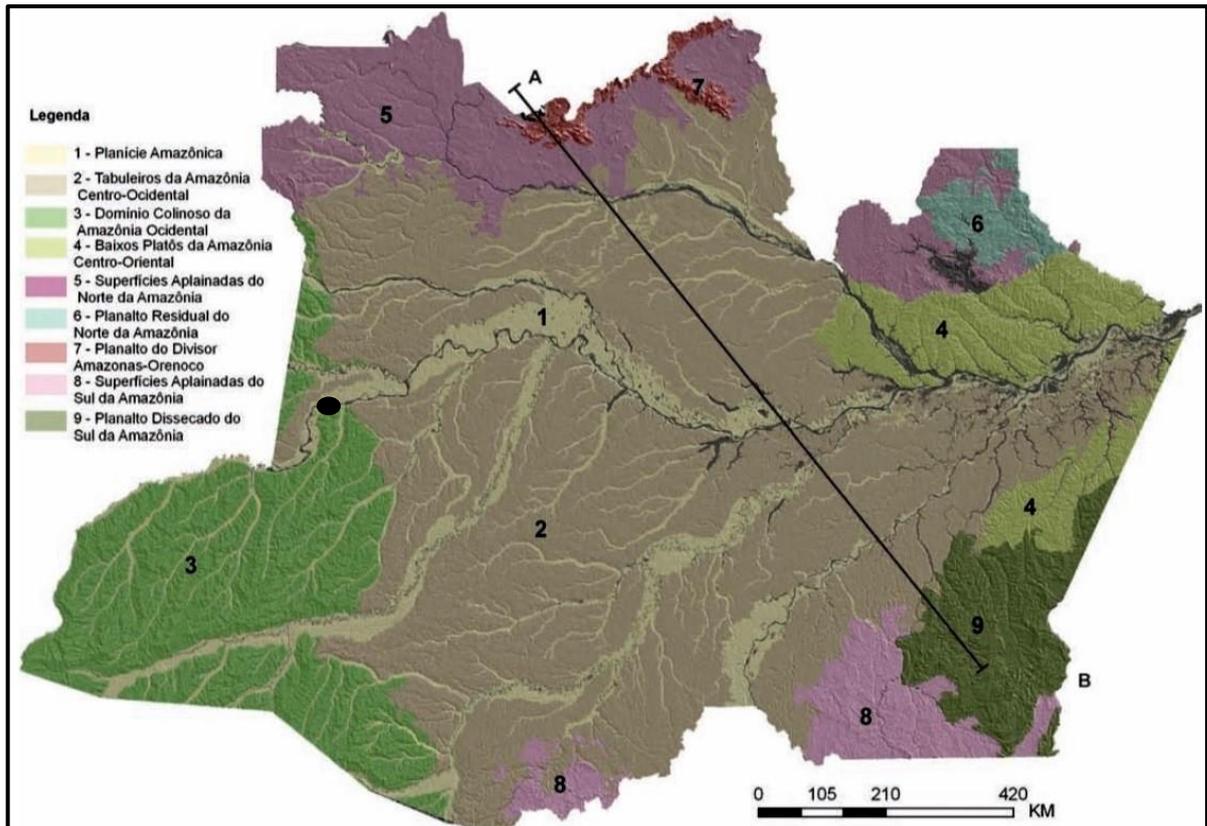


Fonte: autor, 10/03/2024

4.1.3 Relevo em relação ao Estado do Amazonas

O estado do Amazonas apresenta uma estrutura de relevo diversificada através de domínios associados às características específicas que os diferenciam e que foram propostas pela CPRM (Dantas e Maia, 2010).

Figura 29 – Domínios Geomorfológicos do Amazonas



Fonte: Dantas e Maia, 2010.

São Paulo de Olivença tem em seu território municipal áreas integrando a Planície Amazônica, os Tabuleiros da Amazônia e o Domínio Colinoso da Amazônia Occidental (Dantas e Maia, 2010). A cidade, representada por um ponto preto na figura 29, está assentada na Planície Amazônica/Tabuleiros da Amazônia na feição morfológica de contato com o rio Solimões, facilitando a ocorrência das Terras Caídas.

4.1.3.1 Domínio 1 – Planície Amazônica

A planície amazônica é uma unidade de relevo que também é chamada de Domínio Geomorfológico por Dantas e Maia, os quais afirmam que

Esse domínio é representado por planícies de inundação e terraços fluviais muito amplos [...], por vezes com dezenas de quilômetros de largura, que ocorrem ao longo dos principais canais-troncos da bacia hidrográfica dos rios Negro-Solimões-Amazonas. Tais formas de relevo apresentam, portanto, amplo destaque ao longo dos imensos fundos de vales dos rios Negro, Solimões, Amazonas, Madeira, Purus, Juruá, Javari, Negro, Içá e Japurá. As planícies e os terraços fluviais consistem nas únicas zonas deposicionais ativas na Amazônia. (Dantas e Maia, 2010, p.34)

As planícies amazônicas são bem caracterizadas pela sazonalidade do regime fluvial, as quais, podem ser ocupadas em algumas dezenas de quilômetros para além das margens do rio Solimões-Amazonas por exemplo. Esse processo de cheia e vazante dinamiza a morfologia do canal fluvial e da própria planície através da erosão, do transporte e da deposição de material que cria e destrói formas constantemente.

As planícies aluviais, normalmente recobertas por vegetação de igapó e matas de várzea adaptadas a ambientes inundáveis, são constituídas por depósitos sedimentares atuais ou subatuais; os terraços fluviais são correlatos ao Pleistoceno Superior e as planícies de inundação, ao Holoceno. As várzeas amazônicas apresentam notável diversidade morfológica, reflexo dos distintos tipos de sedimentação aluvial desenvolvidos por uma rede de drenagem de padrão meândrico de alta sinuosidade (tais como os rios Purus e Juruá) ou de padrão anastomosado ou anabranching (tais como os rios Solimões e Negro). (Dantas e Maia, 2010, p.34)

As sequências recentes de deposições sobrepostas facilitam o trabalho erosivo do próprio rio, pois as zonas de contato entre as camadas são sensíveis à saturação dos poros pela água em função da composição maior ou menor de areia e argila.

Enquanto ocorre erosão, representada pelas Terras Caídas, em uma área como na cidade de São Paulo de Olivença, em outra área, até mesmo na margem em frente, está se processando a deposição de material contribuindo para a formação de feições morfológicas como praias, barras ou ilhas no leito do rio que, por sua vez, intensificam a ação erosiva do rio. Fato que tem ocorrido na sede de São Paulo de Olivença com formação e expansão de ilhas em frente à cidade,

consequente ajuste dos canais e intensificação da erosão na margem oposta na qual encontra-se o perímetro urbano da sede.

[...] As planícies aluviais geradas por rios de água barrenta que drenam a vertente oriental da cordilheira andina (por exemplo, rios Madeira e Solimões) apresentam planícies de inundação e terraços fluviais muito extensos e solos com boa fertilidade natural (condição rara na Amazônia), devido à grande descarga de sedimentos oriunda da dissecação dos Andes. [...] (Dantas e Maia, 2010, p.35)

Geralmente os solos das áreas de planícies e tabuleiros apresentam boa fertilidade, fato determinante para a ocupação dessas áreas pelos ribeirinhos, que constroem suas casas de palafitas visando a adaptação aos períodos de cheias. Como pode ser observado na figura 30, em cidades como São Paulo de Olivença nas áreas mais baixas as quais podem ser recobertas pelas águas do Solimões é comum a construção desse tipo de moradia.

Figura 30 – Casa de palafita na margem do Solimões, São Paulo de Olivença.



Fonte: Ribeiro, 15/11/2017.

As planícies não são favoráveis à processo de desenvolvimento de cidades, mas apresentam-se como boas opções para determinados tipos de cultivos atrelados à sazonalidade do regime fluvial do Solimões. (Dantas e Maia, 2010)

4.1.3.2 Domínio 2 – Tabuleiros da Amazônia

Os Tabuleiros da Amazônia constituem uma unidade de relevo importante estando associados ao processo histórico de interiorização da Amazônia já que, no geral, a ocupação urbana ocorreu nas margens dos rios em áreas mais elevadas, terraços e tabuleiros, por estarem acima das cotas máximas nas cheias.

Esse domínio [...] é representado por extensos tabuleiros de baixa amplitude de relevo (invariavelmente inferiores a 30 m), sulcados por rios meândricos de padrão predominantemente dendrítico e, episodicamente, treliça ou retangular, denunciando traços da tectônica neógena que afeta as rochas sedimentares da Bacia do Solimões. (Dantas e Maia, 2010, p.35)

De acordo com a figura 29 os tabuleiros compõem o domínio geomorfológico mais extenso do estado do Amazonas no qual duas características se destacam: a baixa amplitude do relevo e o padrão dendrítico, composto pela disposição dos canais fluviais, que se apresenta predominantemente na paisagem.

Esses baixos tabuleiros constituem superfícies planas assentadas sobre rochas sedimentares pouco litificadas das formações Solimões e Içá. A Formação Solimões, de idade miocênica a pliocênica, consiste de depósitos fluviolacustres de textura predominantemente argilosa, gerados durante o processo de inversão do sentido de drenagem da bacia hidrográfica do rio Amazonas com a consolidação do soergimento do orógeno andino. Já a Formação Içá, de idade pleistocênica consiste de arenitos pouco consolidados a inconsolidados, de origem fluvial. (Dantas e Maia, 2010, p. 35)

Os materiais pouco consolidados da formação Içá contribuem com os processos erosivos que constituem as Terras Caídas na região, contribuindo para o recuo da área urbana em direção à floresta, causando assim, transtornos para os moradores e gestores municipais. (Dantas e Maia, 2010)

4.1.3.1 Domínio 3 – Domínio Colinoso da Amazônia Ocidental

Boa parte do território do município de São Paulo de Olivença encontra-se assentado sobre o Domínio Colinoso da Amazônia Ocidental que,

É representado por colinas dissecadas [...] de pouca amplitude de relevo (entre 20 e 50 m), entalhadas por uma rede de drenagem de alta densidade com sentido preferencial NE e padrão subdendrítico a treliça. Tal relevo colinoso reflete uma franca dissecação da antiga superfície sedimentar representada pelo evento deposicional que gerou a Formação Solimões, apresentando, frequentemente, alinhamentos de cristas amorreadas com direções preferenciais NNW-SSE e SNE-WSW. (Dantas e Maia, 2010, p. 36)

Domínio caracterizado por elevada quantidade de morros baixos associados à densa rede de drenagem, mas não é tão perceptível por conta da floresta tropical que o recobre associado a solos bem drenados, tendo em vista ser esta uma das áreas de florestas mais bem preservada da região (Dantas e Maia, 2010). A cidade de São Paulo de Olivença está disposta sobre morros baixos nos quais, a feição de borda que está em contato com o Solimões sofre a ação erosiva do rio, com ocorrência de abatimentos de solos e deslizamentos (figura 31).

Figura 31 – Área na margem do rio Solimões, São Paulo de Olivença.



Fonte: Ribeiro, 15/11/2017.

4.1.4 Relevo do Município de São Paulo de Olivença

Tomando por base a classificação do relevo brasileiro, foi construído o mapa de Relevo do Município de São Paulo de Olivença (mapa 04), no qual foram estabelecidos os domínios de relevo que se relacionam a área de estudo:

4.1.4.1 Domínio de Colinas Amplas e Suaves

Há uma pequena parcela do município assentada sobre este domínio que fica à Nordeste próxima à confluência do rio Jandiatuba com o Solimões, no limite com o município de Amaturá, o qual se apresenta como um:

Relevo de degradação em qualquer litologia, predominando rochas sedimentares. Relevo de colinas pouco dissecadas, com vertentes convexas e topos amplos, de morfologia tabular ou alongada. Sistema de drenagem principal com deposição de planícies aluviais relativamente amplas. (Dantas e Maia, 2010, p.16)

É um tipo de relevo em que há áreas de contato com o rio Solimões que se encontram sob a influência da ação erosiva desse rio.

Predomínio de processos de pedogênese (formação de solos espessos e bem drenados, em geral, com baixa a moderada suscetibilidade à erosão). Ocorrências esporádicas, restritas a processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas). Geração de rampas de colúvios nas baixas vertentes. [...] Amplitude de relevo: 20 a 50 m. [...] Inclinação das vertentes: 3°-10°. (Dantas e Maia, 2010, p. 17)

É um típico relevo da região que, através dos solos profundos, sustenta uma vegetação com árvores de grande porte.

4.1.4.2 Domínio de Colinas Dissecadas e Morros Baixos

Praticamente a maior parcela do território de São Paulo de Olivença encontra-se sobre esse domínio. Uma parcela do perímetro urbano da sede do município ao sul está assentada sobre esse relevo.

Relevo de degradação em qualquer litologia. Relevo de colinas dissecadas, com vertentes convexo-côncavas e topos arredondados ou aguçados. Sistema de drenagem principal com deposição de planícies aluviais restritas ou em vales fechados. (Dantas e Maia, 2010, p. 17)

Esse tipo de relevo reflete o padrão de drenagem extremamente ramificado na região, formado por uma rede igarapés (estruturas fluviais com água preta e que são oriundas da floresta).

Equilíbrio entre processos de pedogênese e morfogênese (formação de solos espessos e bem drenados, em geral, com moderada suscetibilidade à erosão). Atuação frequente de processos de erosão laminar e ocorrência esporádica de processos de erosão linear acelerada (sulcos, ravinas e voçorocas). Geração de rampas de colúvios nas baixas vertentes. [...] Amplitude de relevo: 30 a 80 m. [...] Inclinação das vertentes: 5°-20°. (Dantas e Maia, 2010, p. 18)

A representação desse domínio é perceptível em parte do perímetro urbano por conta da presença recorrente dos morros sobre os quais parte da cidade foi e continua sendo erguida (figura 32), pois a área de expansão ocorre sobre essa estrutura de relevo.

Figura 32 - Diferença topográfica de ruas no centro da cidade



Fonte: Autor, 10/03/2024.

As declividades que condicionam os pequenos vales são visíveis e, sendo impróprias para a ocupação deveriam ser evitadas, mas não é o que ocorre na sede de São Paulo de Olivença.

4.1.4.3 Planícies Fluviais ou Fluvialacustres (planícies de inundação, baixadas inundáveis e abaciamentos)

As planícies fluviais e/ou fluviolacustres são estruturas de grande importância e magnitude no relevo amazônico pois, apesar de estarem sob a constante influência da sazonalidade fluvial, constituem paisagens históricas de ocupação, seja pela proximidade aos rios favorecendo embarque e desembarque de pessoas e mercadorias diversas, seja por conta da fertilidade natural do solo que favorece o cultivo de variadas espécies de vegetais importantes no abastecimento e economia local e regional. Essas áreas são caracterizadas como:

Relevo de agradação. Zona de acumulação subatual. Superfícies sub-horizontais, constituídas de depósitos arenoargilosos a argiloarenosos, apresentando gradientes extremamente suaves e convergentes em direção aos cursos d'água principais. Terrenos imperfeitamente drenados nas planícies de inundação, sendo periodicamente inundáveis; bem drenados nos terraços. Os abaciamentos (ou suaves depressões em solos arenosos) em áreas planas ou em baixos interflúvios, denominados Áreas de Acumulação Inundáveis (Aai), frequentes na Amazônia, estão inseridos nessa unidade. [...] Amplitude de relevo: zero. [...] Inclinação das vertentes: 0º-3º. (Dantas e Maia, 2010, p.04)

Em São Paulo de Olivença, parte da sede do município está localizada na planície fluvial do Solimões, como pode ser observado no mapa 04, principalmente nas áreas de confluências de igarapés, com maiores dimensões dos canais e volumes de água, com o grande rio. Essa configuração induz à entrada sazonal das águas do Solimões nos igarapés e em suas planícies de inundação (figura 33).

Mapa 4 – Relevo do Município de São Paulo de Olivença, Amazonas, Brasil

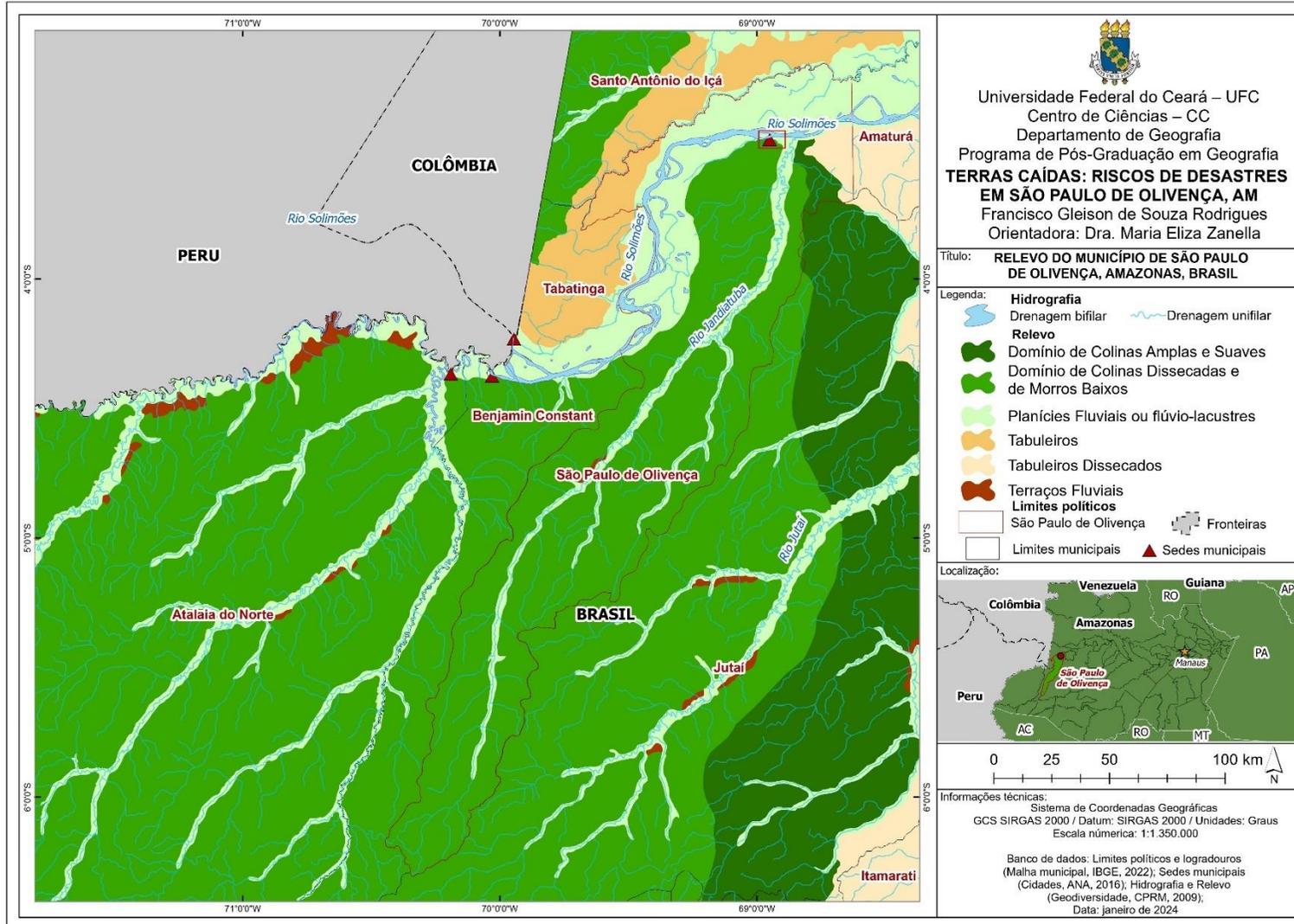


Figura 33 – Casas dispostas na Planície Fluvial do Solimões.



Fonte: autor, 18/04/2023.

4.1.4.4 Tabuleiros

Os tabuleiros ocorrem na margem esquerda do rio Solimões em São Paulo de Olivença, como pode ser observado no mapa 4. Tratando-se de,

Relevo de degradação em rochas sedimentares. Formas de relevo suavemente dissecadas, com extensas superfícies de gradientes extremamente suaves, com topos planos e alongados e vertentes retilíneas nos vales encaixados em forma de “U”, resultantes de dissecção fluvial recente. Predomínio de processos de pedogênese (formação de solos espessos e bem drenados, em geral, com baixa a moderada suscetibilidade à erosão). Ocorrências esporádicas, restritas a processos de erosão laminar ou linear acelerada (sulcos e ravinas). [...] Amplitude de relevo: 20 a 50 m. [...] Inclinação das vertentes: topo plano: 0°-3° (localmente, ressaltam-se vertentes acentuadas:10°-25°). (Dantas e Maia, 2010, p.10)

Apesar de um tipo de relevo interessante no tocante a ocupação e à ocorrência de processos erosivos marginais relacionados ao rio Solimões, a

presença de tabuleiros é bem restrita não se relacionando com a ocupação urbana de São Paulo de Olivença.

4.1.4.5 Tabuleiros Dissecados

Os tabuleiros dissecados estão localizados a Leste da sede de São Paulo de Olivença após a confluência dos rios Jandiatuba e Solimões em uma área delimitada na fronteira entre São Paulo de Olivença e Amaturá, como pode ser observado no mapa 4, apresentam-se como,

Relevo de degradação em rochas sedimentares. Formas de relevo tabulares, dissecadas por uma rede de canais com alta densidade de drenagem, apresentando relevo movimentado de colinas com topos tabulares ou alongados e vertentes retilíneas e declivosas nos vales encaixados, resultantes da dissecação fluvial recente. [...] Predomínio de processos de pedogênese (formação de solos espessos e bem drenados, em geral, com baixa a moderada suscetibilidade à erosão). Ocorrência de processos de erosão laminar ou linear acelerada (sulcos e ravinas). [...] Amplitude de relevo: 20 a 50 m. [...] Inclinação das vertentes: topos planos restritos: 0°-3° (localmente, ressaltam-se vertentes acentuadas: 10°-25°). (Dantas e Maia, 2010, p.10)

Os Tabuleiros dissecados não têm ocorrência na área da cidade de São Paulo de Olivença, no entanto, suas fácies que estão em contato com o Solimões são bastante suscetíveis aos processos erosivos marginais.

4.1.4.6 Terraços Fluviais

Os Terraços Fluviais estão associados, em São Paulo de Olivença, ao rio Jandiatuba (mapa 4) e são caracterizados por se apresentarem como,

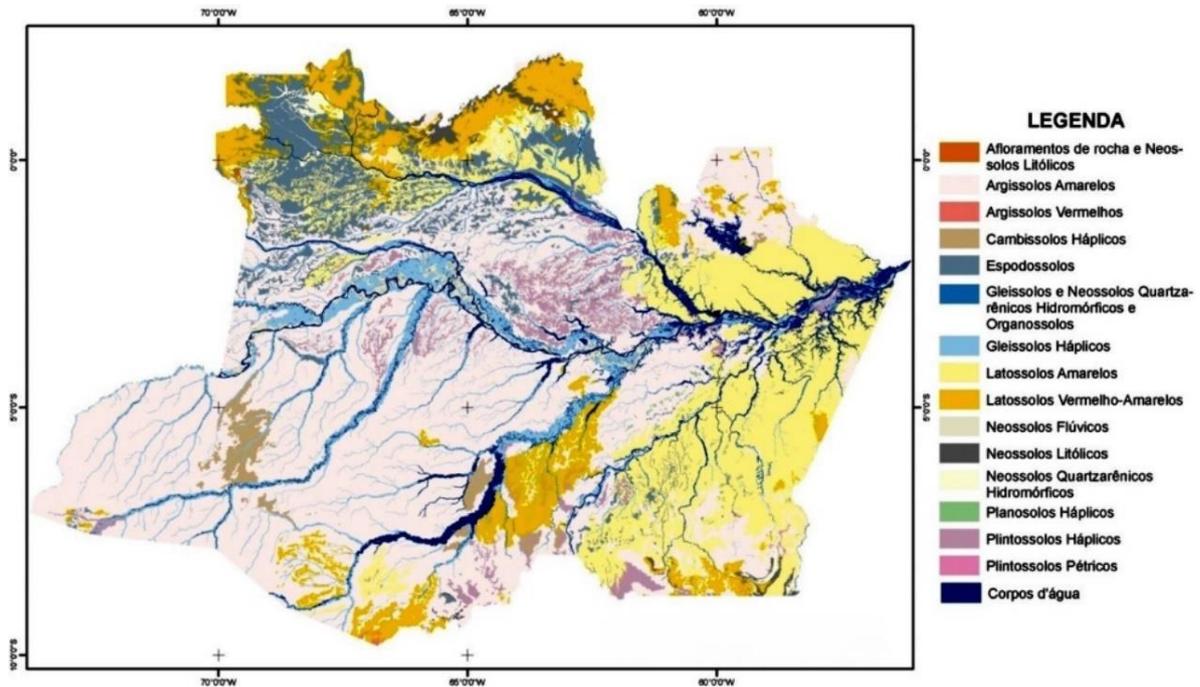
Superfícies bem drenadas, de relevo plano a levemente ondulado, constituído de depósitos arenosos a argilosos de origem fluvial. Consistem de paleoplanícies de inundação que se encontram em nível mais elevado que o das várzeas atuais e acima do nível das cheias sazonais. Devido à reduzida escala de mapeamento, essa unidade só pôde ser mapeada em vales de grandes dimensões, em especial, nos rios amazônicos. [...] Amplitude de relevo: 2 a 20 m. [...] Inclinação das vertentes: 0°-3° (localmente, ressaltam-se rebordos abruptos no contato com a planície fluvial). (Dantas e Maia, 2010, p.04)

São áreas mais isoladas do contexto urbano da sede de São Paulo de Olivença, estando localizadas mais ao Sul do município, e não estão próximas ao Solimões, no entanto, podem sofrer influência da ação erosiva do rio Jandiatuba.

4.1.3 Solos

Os solos são importantes no desenvolvimento social e econômico de um município por conta da diversidade de riquezas que se pode gerar com seus usos, dentre os quais o exemplo mais notório é atividade agrícola.

Figura 34 – Distribuição dos solos no Amazonas



Fonte: Teixeira *et al*, 2010, p.76, adaptado pelo autor.

O estado do Amazonas apresenta uma rica diversidade de classes de solos (figura 34). Há uma grande mancha de Argissolos Amarelos no sentido oeste-leste associada aos depósitos sedimentares, na maioria argilosos, oriundos da Cordilheira dos Andes. No entanto, ocorrem outras classes de solos com expressão espacial menor, mas que apresentam grande importância para os municípios do Amazonas, como por exemplo os Gleissolos e os Neossolos Flúvicos principalmente.

Em sua grande maioria, os Neossolos Flúvicos, assim como os Gleissolos, no estado do Amazonas, são solos com elevada fertilidade natural, desempenhando importante papel na produção agrícola familiar da região. São intensamente utilizados pelos agricultores ribeirinhos durante o período de vazante, para o cultivo de hortaliças, feijão caupi e plantas fibrosas (juta e malva). Entretanto, apresentam sérias restrições às culturas perenes e à silvicultura, devido, principalmente, ao alagamento durante longos períodos. Sua potencialidade agrícola também é em função de sua posição na paisagem próxima a rios, o que, teoricamente, facilita o escoamento por via fluvial. Nas áreas de ocorrências dos Neossolos Flúvicos e dos Gleissolos ocorre, frequentemente, o desbarrancamento das margens no leito do rio, fenômeno conhecido localmente como “terras caídas”. (Geodiversidade p.81)

Se por um viés as duas classes de solos apresentam um importante aspecto na vida econômica dos ribeirinhos, por outro aspecto são justamente, esses solos os mais suscetíveis à ocorrência das Terras Caídas. Quando se observa o processo histórico de interiorização da região, as estradas utilizadas foram os rios nas margens dos quais os povoados e vilas foram construídos e deram origens às cidades que são sedes dos municípios amazonenses.

Ressalta-se que, justamente parte das áreas ocupadas pelas cidades do Amazonas estão assentadas sobre os Neossolos Flúvicos, em especial, nas áreas de várzeas que integram as planícies de inundações de rios como o Solimões, Juruá, Japurá e Madeira. Esse fato já demonstra que o sistema que compõe a paisagem ribeirinha não estará em equilíbrio se uma cidade é construída sobre um tipo de solo que, naturalmente, sofre erosão. É provável que os processos erosivos sejam intensificados e que o contexto de uso e ocupação da margem fluvial se represente pelos riscos e se direcione para episódios de desastres com as Terras Caídas.

Sendo assim, manchas de solos mais expressivas em São Paulo de Olivença são representadas pelos: Argissolos Amarelos, Cambissolos Háplicos, Neossolos Flúvicos e Gleissolos Háplicos. Pelo que fora exposto anteriormente a sede de São Paulo de Olivença se caracteriza pelo processo de urbanização sob solos que apresentam fortes limitações de usos como os Neossolos Flúvicos e Gleissolos e, mesmo os Argissolos, sobre os quais quase a totalidade da cidade está assentada, apresenta limitações de uso quando associados a relevos ondulados. De acordo com o observado no mapa 04, são encontrados os seguintes tipos de solos: Argissolos Amarelos, Cambissolos Háplicos, Espodossolos, Gleissolos Háplicos, Neossolos Flúvicos, Plintossolos Háplicos.

4.1.3.1 Argissolos Amarelos

É a maior representação de um tipo de solo no município de São Paulo de Olivença como se pode ver no mapa 05. É perceptível que as áreas de terras firmes, em grande parte, são representadas pela ocorrência dos Argissolos Amarelos nos quais,

As classes de textura predominantes nos horizontes A e Bt nas ocorrências registradas no Amazonas são média/ argilosa e argilosa/muito argilosa. Devido à ocorrência de textura mais arenosa no horizonte superficial e, muitas vezes, uma drenagem restrita no horizonte Bt, os Argissolos são suscetíveis aos processos de erosão hídrica, principalmente quando ocorre relevo ondulado ou forte ondulado. (Teixeira *et al*, 2010, p.77)

A sede de São Paulo de Olivença encontra-se assentada sobre Argissolos Amarelos, os quais capeiam os relevos de Colinas Dissecadas e Morros Baixos. Dessa forma é possível estabelecer a relação entre essas formas de relevo e o tipo de solo através da susceptibilidade aos processos erosivos hídricos como os que ocorrem nas margens do rio Solimões.

Na cidade de São Paulo de Olivença, essas foram justamente as áreas mais atingidas pelos processos erosivos (figura 35), tornando-as impróprias para ocupação ou realização de atividades sociais e econômicas por conta dos riscos e, por fim, obrigando a população sair de forma voluntária ou não.

Mapa 5 – Solos do Município de São Paulo de Olivença, Amazonas, Brasil

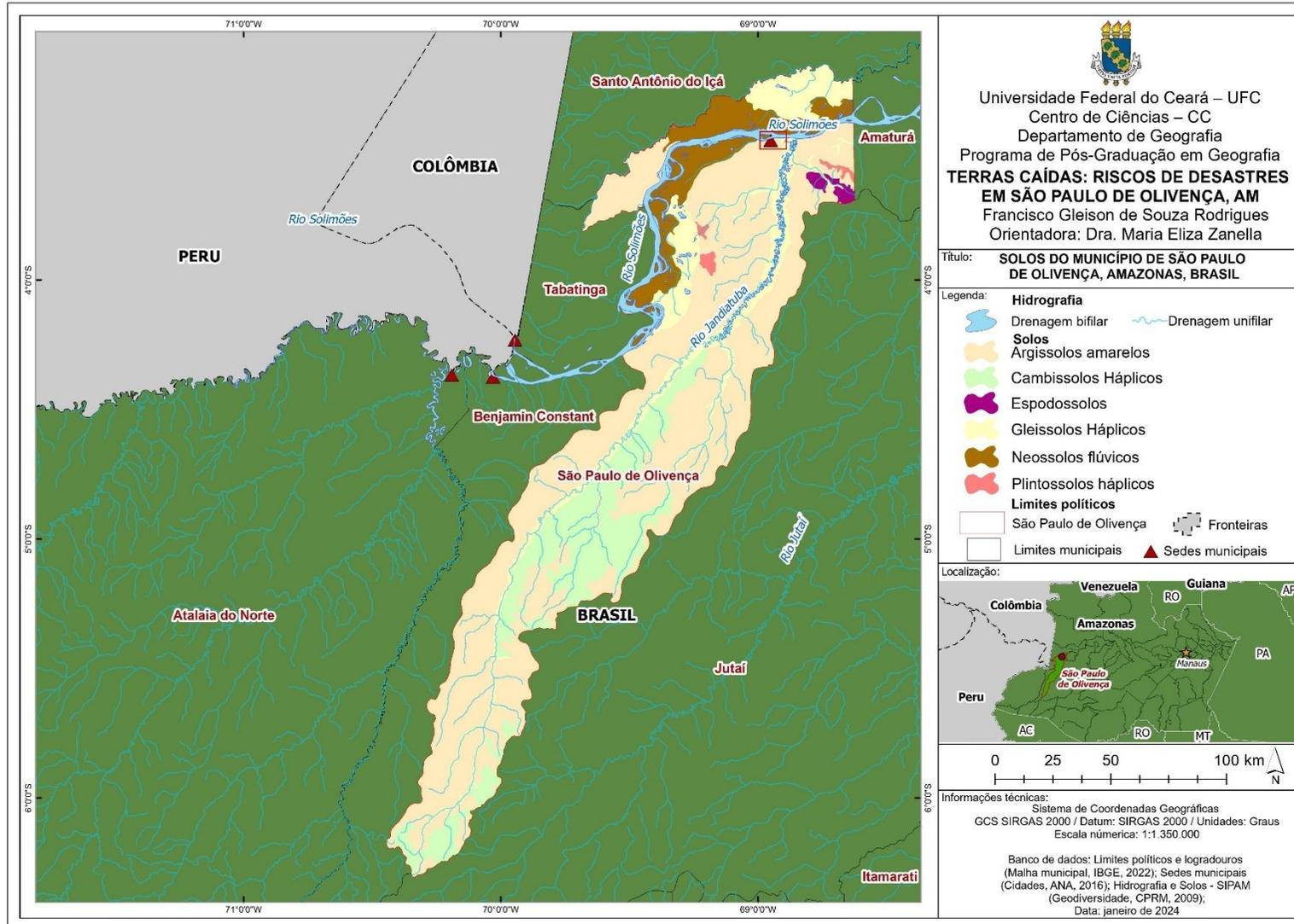


Figura 35: Margem do Solimões associada à Argissolos Amarelos, março de 2023.



Fonte: autor, 2023.

É interessante ressaltar que “Em relevo ondulado, são normalmente indicados para culturas permanentes, devido à elevada suscetibilidade à erosão hídrica.” (Teixeira *et al*, 2010, p.77) No entanto, o que ocorre é a retirada da mata nativa composta, principalmente, por representantes de porte arbóreo para a expansão urbana expondo o solo e as formas de relevo associadas aos processos de erosão hídrica.

4.1.3.2 Cambissolos Háplicos

São solos que se encontram localizados na região central do município no sentido norte-sul como pode ser observado no mapa 05. “Essa classe compreende solos minerais não hidromórficos, com estágio intermediário de formação se comparados aos Argissolos ou Latossolos. No Amazonas, são solos rasos e imperfeitamente drenados, com reduzida fertilidade [...]” (Teixeira *et al*, 2010, p.77)

4.1.3.3 Espodossolos

Estão localizados à nordeste no município no limite com Amaturá. “Os Espodossolos são solos predominantemente arenosos, com acúmulo de matéria

orgânica e compostos de ferro e/ou alumínio em profundidade” (Teixeira *et al*, 2010, p.80).

4.1.3.4 Gleissolos Háplicos

São encontrados nas planícies de inundação do rio Jandiatuba, bem como em vários de seus afluentes. Também, pode-se localizá-los associados aos Neossolos Flúvicos nas planícies e várzeas do rio Solimões e constituem-se de “... solos mal ou muito mal drenados em condições naturais...” (Teixeira *et al*, 2010, p.80). Esses solos ficam encharcados durante quase todo o ano. Em função de sua localização na paisagem fluvial podem estar sujeitos à ocorrência de processos erosivos, limitando ainda mais processos de usos e ocupações nas áreas em que se encontram.

4.1.3.5 Neossolos Flúvicos

Estão dispostos, principalmente, nas várzeas do rio Solimões e outros canais fluviais São Paulo de Olivença.

Essa classe de solo compreende solos minerais pouco desenvolvidos, apresentando pequena expressão dos processos pedogenéticos como consequência de características do próprio material, de sua resistência ao intemperismo ou composição química, e do relevo, que podem impedir ou limitar a sua evolução. Os Neossolos Flúvicos estão associados principalmente ao dique aluvial (barrancos dos rios) e às partes mais elevadas do interior da várzea, enquanto os Gleissolos ocorrem na parte mais interior e mais rebaixada da várzea [...]. Nessa classe estão incluídos os solos que, no antigo sistema de classificação, foram classificados, principalmente, como Solos Aluviais. Os Neossolos Flúvicos do estado do Amazonas ocorrem principalmente às margens dos rios e lagos associados aos grandes rios. [...]. (Teixeira *et al*, 2010, p.81)

Por conta do contexto de ocupação humana das margens dos rios, os Neossolos Flúvicos são solos extremamente importantes do ponto de vista social e econômico na região Amazônica. A fertilidade natural nos Neossolos Flúvicos torna esses tipos de solos propícios para a realização de cultivos nas margens do rio Solimões por exemplo.

Em sua grande maioria, os Neossolos Flúvicos, assim como os Gleissolos, no estado do Amazonas, são solos com elevada fertilidade natural, desempenhando importante papel na produção agrícola familiar da região. São intensamente utilizados pelos agricultores ribeirinhos durante o período de vazante, para o cultivo de hortaliças, feijão caupi e plantas fibrosas (juta e malva). Entretanto, apresentam sérias restrições às culturas perenes e à silvicultura, devido, principalmente, ao alagamento durante longos períodos. Sua potencialidade agrícola também é em função de sua posição na paisagem próxima a rios, o que, teoricamente, facilita o escoamento por via fluvial. (Teixeira *et al*, 2010, p.81)

Em São Paulo de Olivença, mesmo na cidade, essa realidade se fez presente. Nas áreas que foram outrora ocupadas por moradores, nas margens mais rebaixadas do rio Solimões, eram feitas roças e havia cultivo de árvores frutíferas sazonais, como a bananeira, em função da fertilidade da terra.

Apesar dos benefícios sabe-se que “Nas áreas de ocorrências dos Neossolos Flúvicos e dos Gleissolos ocorre, frequentemente, o desbarrancamento das margens no leito do rio, fenômeno conhecido localmente como “terras caídas”.” (Teixeira *et al*, 2010, p.81).

4.1.3.6 Plintossolos Háplicos

Observa-se que, na perspectiva do mapa 05, as duas áreas com ocorrência de Plintossolos Háplicos encontram-se associados aos Argissolos Amarelos e aos Gleissolos Háplicos.

Não apresentam horizonte ou camada de acumulação de argila abaixo do horizonte A superficial, sem concreções e sem a presença de uma camada de plintita irreversivelmente endurecida.

Os Plintossolos Háplicos ocorrem em áreas que possuem escoamento lento de água (áreas deprimidas de relevo plano ou suave ondulado). Apresentam grande concentração de plintita (concreções ferruginosas) nos 40 cm iniciais desde a superfície, ou em maior profundidade se ocorrer o horizonte E. (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2021)

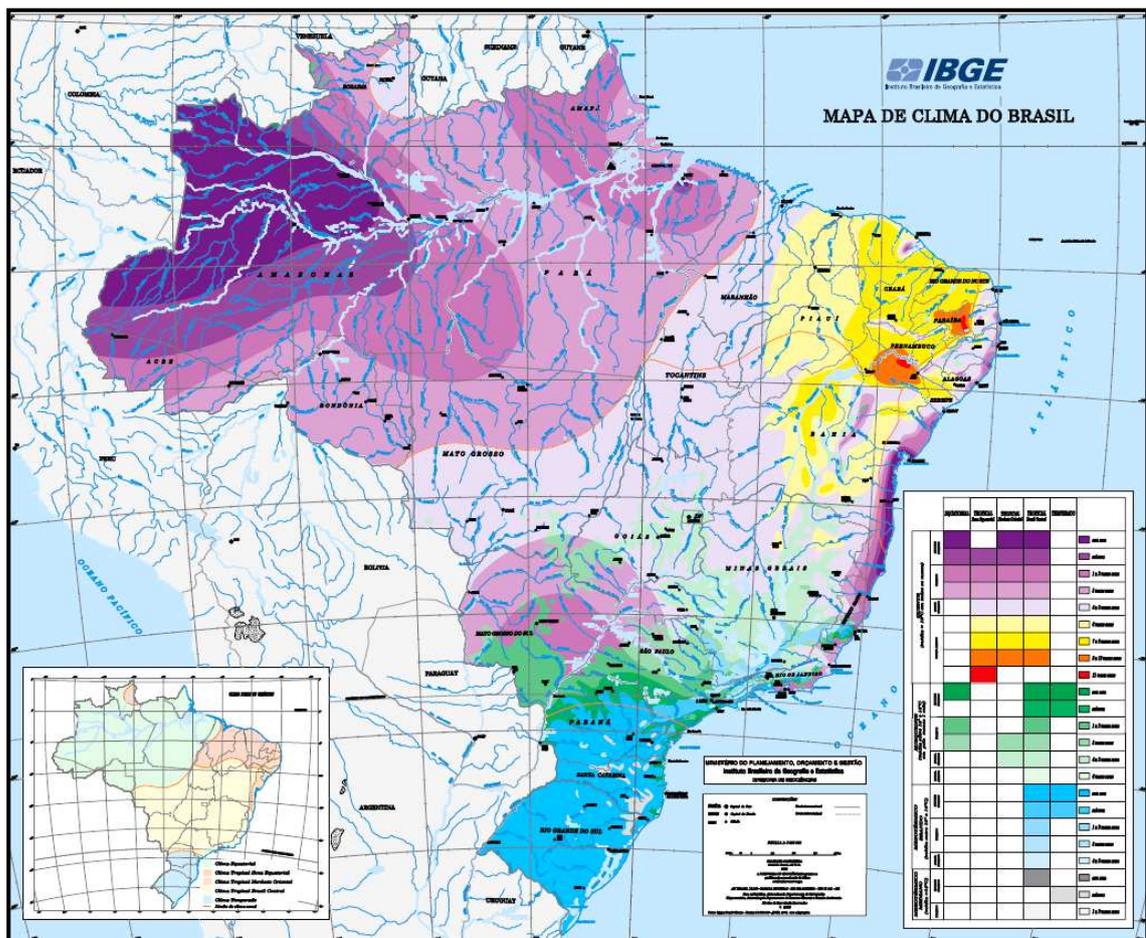
Por conta das características ambientais de ocorrência, com áreas deprimidas de relevo plano ou suave ondulado, bem como presença de água, justifica-se a presença dos Plintossolos na área especificada no mapa de solos de São Paulo de Olivença.

4.1.4 Clima

São Paulo de Olivença encontra-se próximo à fronteira com a Colômbia e o Peru, conseqüentemente, em termos de localização regional também se encontra próximo aos Andes, ao mesmo tempo em que está distante dos oceanos, e apresenta ocorrência de diversificados corpos hídricos e densa floresta tropical úmida. Estes elementos contribuem significativamente para a caracterização e dinamização do clima regional.

O tipo climático regional de acordo com o Mapa de Climas do Brasil do IBGE (figura 36) é o Equatorial Super Úmido sem Seca com temperatura média anual de 18°C.

Figura 36 – Climas do Brasil



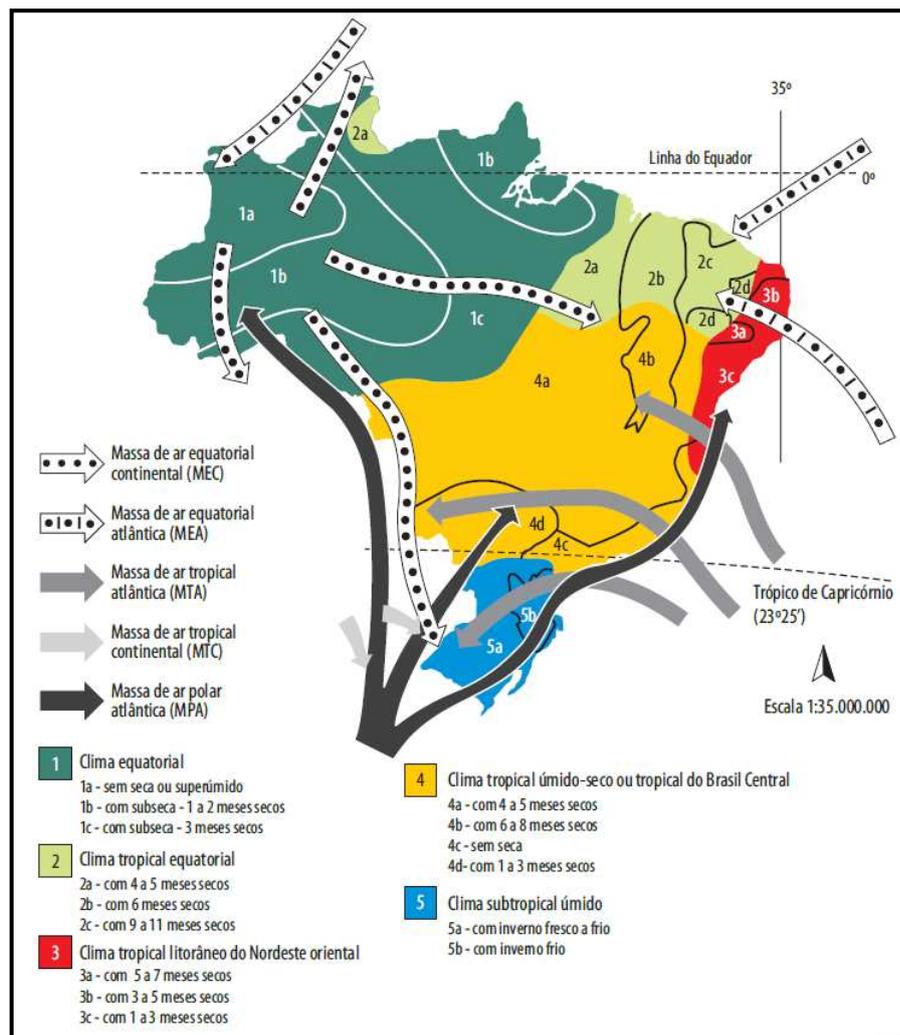
Fonte: IBGE (2002). Adaptado pelo autor.

Mendonça e Danni-Oliveira (2007), em acordo com o IBGE, classificam o clima regionalmente como Equatorial sem seca ou superúmido (figura 37),

No extremo oeste do Estado do Amazonas, forma-se um subtipo climático em que todos os meses apresentam elevadas temperaturas e umidade/pluviosidade. Além da elevada evaporação e evapotranspiração regional, baixa latitude e forte continentalidade, contribui para a definição desse subtipo o acúmulo de umidade trazida pelas incursões da MEAN que, deslizando pela planície amazônica e aproximando-se das elevações do relevo, culmina na cordilheira dos Andes, concentrando ali a umidade proveniente do oceano. A força de atrito do relevo sobre a MEAN faz com que o ar se eleve, se condense e caia em forma de chuva naquela região, que apresenta considerável nebulosidade. (Mendonça; Danni-Oliveira, 2007, p.152)

As condições impostas por elevada umidade, temperaturas, evapotranspiração e precipitação influenciam diretamente na ocorrência das Terras Caídas na orla da cidade, tendo em vista ao que já foi discutido anteriormente sobre a relação entre esses elementos e o desencadeamento das Terras Caídas.

Figura 37 – Domínios climáticos do Brasil e principais subtipos



Fonte: Mendonça; Danni-Oliveira (2007). Adaptado pelo autor.

A região tem clima associado a sistemas atmosféricos equatoriais: Massa de ar equatorial continental (MEC); Massa Equatorial Atlântica (MEA) e pela Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2207). Já Novais classifica o clima para a região como: Tipo Climático Equatorial Úmido Amazônico Central. O autor afirma que

O Tipo Climático Equatorial Úmido Amazônico Central ocupa 15,6% da área do Domínio Equatorial, e se espalha desde o noroeste do Amazonas (alto Rio Negro, na Cabeça do Cachorro) até o Alto Rio Solimões e rios Japurá e Javari (Amazonas), e na Serra dos Pacaás Novos (Rondônia). Há uma grande variação na altitude, de 20 a 1.105 metros acima do nível do mar, abrangendo uma área de relevo, em sua maioria constituído de grandes planícies fluviais, depressões e pediplanos, além de colinas e planaltos. (NOVAIS, 2023, p. 108)

Ressalta-se que, por sua posição geográfica no estado do Amazonas, São Paulo de Olivença encontra-se dentro do domínio Equatorial caracterizada morfologicamente por baixa atitudes e ocorrência de colinas baixas entrecortadas por planícies fluviais. Novais ainda apresenta mais algumas características regionais como: área da unidade climática de 722.376 km²; os principais rios integrantes são Solimões, Negro, Japurá, Javari e Guaporé; as principais hidrovias seriam o Solimões e o rio Negro; e os principais municípios inseridos na área são Tabatinga (AM), Tefé (AM), São Gabriel da Cachoeira (AM), Presidente Figueiredo (AM), e São Paulo de Olivença (AM). (Novais, 2023, p. 108).

4.1.5 Hidrografia

Os rios da Amazônia são classificados em função, principalmente do volume associado ao tipo de sedimentos transportados e da origem pois, de uma forma geral, esses componentes determinaram a coloração das águas de cada tipo de curso fluvial. Sendo assim, apresentam-se: os rios de água clara, rios de água preta e rios de água branca.

Igapós banhados por rios de águas claras, como os rios Tapajós, Xingu, Araguaia, Guaporé, Branco e Trombetas têm suas nascentes no Escudo Brasileiro e no Escudo Guiano. As águas desses rios são em geral transparentes e esverdeadas, com baixas quantidades de sedimentos em suspensão. (Marinho *et al*, 2015, p.36)

A diferenciação na tonalidade fica clara em imagens nas quais foi captada a confluência de rios com águas diferentes como é o caso da figura 38, na qual há o

encontro entre o rio Tapajós, com água em tom azul esverdeado, e o Amazonas, com água mais turva:

Figura 38 – Rio Tapajós em Santarém, 2022.



Fonte: Descubra..., 2022.

Existem os Rios de Água Preta os quais nascem em meio a floresta e apresentam características bem marcantes:

A coloração preta ou marrom avermelhada das águas é resultado da decomposição lenta do material vegetal (folhas, galhos, troncos). Isso faz com que sejam produzidos compostos químicos (ácidos orgânicos) que se diluem na água que passa a apresentar a coloração escura [...]. Esses rios possuem formação geológica antiga, e, devido ao longo tempo de exposição dos solos minerais à lavagem das águas e do vento, ocorre um desgaste físico-químico, e eles vão perdendo os nutrientes, ficando, portanto, pobres em minerais. As águas desses rios são ácidas, possuindo baixos valores de pH e de condutividade elétrica, sendo o Rio Negro o mais importante representante. (Marinho *et al*, 2015, p.36)

Os rios de água preta, como o rio Negro (figura 39), não apresentam extensas praias e áreas de várzea como os rios de água branca. Eles se caracterizam pela ocorrência da mata de igapó presente em áreas adjacentes aos seus percursos e que ficam inundadas quando a água extravasa o canal fluvial

(Guerra & Guerra, 2010). Durante esse processo de extravasamento e retorno das águas os ácidos orgânicos são mobilizados em direção ao leito do rio promovendo a coloração escura.

Figura 39: Rio negro em Manaus, 2021.



Fonte: Rio..., 2021.

É interessante ressaltar que, por serem rios antigos, não apresentam margens com grandes declividades e a ocorrência de terras caídas não é tão elevada como nos Rio de Água Branca, que são assim chamados por apresentarem águas com coloração esbranquiçada ou barrenta por conta do elevado volume de material em suspensão, em especial as argilas.

Esses rios possuem formação geológica recente e transportam sedimentos que resultam do desgaste (erosão) dos Andes. Suas águas apresentam pH próximo ao neutro, alta condutividade elétrica, e solos ricos em nutrientes como cálcio, magnésio, fósforo e nitrogênio. Os principais representantes deste tipo de água são os rios Solimões/Amazonas, Madeira e Purus. (Marinho *et al*, 2015, p.36)

São rios que se encontram com seus leitos em processos de formação com canais e margens instáveis, e ocorrência intensa de fenômenos erosivos seguidos de grande movimentação de massa, denominados de Terras Caídas ao

longo dos seus perfis longitudinais. As áreas adjacentes a esses rios que se encontram sazonalmente submetidas às inundações através do extravasamento do canal são denominadas de várzeas e apresentam uma vegetação específica associada à subida e descida das águas.

Figura 40 – Rio Solimões em São Paulo de Olivença, 2023



Fonte: autor, 18/04/2023.

O rio Solimões (figura 40) apresenta múltiplos canais e ilhas na área frontal à sede de São Paulo de Olivença. Na margem esquerda, oposta às casas flutuantes visualiza-se uma ilha fluvial que tem influência na ocorrência dos processos erosivos por direcionar o fluxo da corrente contra a margem esquerda na qual encontra-se a cidade.

A hidrografia presente no município de São Paulo de Olivença segue uma configuração mista na qual estão associados os padrões dendrítico e paralelo em conformação à estrutura geológica regional. Ressalta-se que alguns cursos fluviais assumem importância ímpar para o município como: rio Solimões, rio Jandiatuba, igarapé do Camatiá, igarapé Ajaratuba, Igarapé Inaquetê e igarapé São Francisco.

Os maiores cursos fluviais como os rios Solimões e o Jandiatuba apresentam trechos de seus leitos encaixados em falhas. O Jandiatuba (mapa 06), regionalmente, apresenta-se em um padrão paralelo a outros tributários do rio Solimões como os rios Itaquai (à esquerda) e Jutai (à direita) mesmo todos apresentando padrão de canal meandrante por estarem dispostos na planície amazônica.

O Igarapé Camatiá (figura 41) é um curso fluvial de água preta, pois a nascente está localizada no interior da floresta e seus pequenos tributários transportam para ele, provavelmente, pequena carga de sedimentos e grande volume de matéria orgânica em decomposição. O Camatiá conflui com o rio Solimões à montante, aproximadamente, há 2 quilômetros da cidade de São Paulo de Olivença (figura 41 e mapa 6). Essa configuração de confluência tem relação profunda com os processos erosivos que atingem os bairros localizados na margem direita do Solimões.

Figura 41 – Confluência do igarapé Camatiá com o rio Solimões



Fonte: Google Earth, 2021, adaptado pelo autor.

As águas pretas do Camatiá não se misturam com as águas brancas do Solimões no local da confluência e, em função do menor volume hídrico do igarapé, suas águas são pressionadas contra a margem direita do Solimões na área em que

se encontra a sede de São Paulo de Olivença, contribuindo para a ocorrência das dos processos erosivos marginais.

Entre os igarapés citados anteriormente, dois assumem importância por suas localizações no perímetro urbano de São Paulo de Olivença: o Ajaratuba e Inaquetê. Na figura 42, é possível observar as construções em palafita no igarapé Inaquetê. Do ponto de vista da geomorfologia fluvial essa área é bem complexa por tratar-se da confluência do igarapé com o rio Solimões. Logo, a ela encontra-se sob a influência das cheias do rio Solimões e do próprio Inaquetê, situações que já indicam a existência de riscos aos moradores.

Figura 42: Casas nas margens do Igarapé Inaquetê



Fonte: autor, 26/04/2022.

Já o igarapé Ajaratuba (figura 43) se destaca, por ter uma área destinada ao lazer da população que foi construída pela prefeitura de São Paulo de Olivença na estrada que dá acesso ao aeroporto da cidade. No período de cheia do igarapé as águas se elevam e podem, inclusive, inundar a infraestrutura construída, bem como se sobrepõem aos canais presentes na estrada que passa ao lado do balneário.

Figura 43 – Área de lazer no igarapé Ajaratuba



Fonte: autor, 09/03/2024.

Há poucos metros da área de lazer, seguindo à montante, encontra-se a estação de captação de água da cidade como pode ser observada nas figuras 44 e 45. É importante ressaltar que nem todos os bairros da cidade são abastecidos por esta estação. Algumas comunidades que, atualmente estão ligadas à cidade por vias calçadas, são abastecidas por chafariz com poço perfurado no local como é o caso de Betânia.

Figura 44 – Estação de captação de água no igarapé Ajaratuba



Fonte: autor, 09/03/2024.

Mesmo com presença do balneário do Ajaratuba a poucos metros, a área de entorno do igarapé e da estação de captação de água, apresenta uma mata nativa de porte arbóreo que se encontra em bom estado de preservação como pode ser visto na figura 45.

Figura 45 – Imagem aérea da Estação de captação de água no Ajaratuba



Fonte: autor, 09/03/2024.

Um aspecto da hidrografia que merece destaque é a rede de pequenos canais presente entre os morros sobre os quais está parte da cidade. A água presente nestes pequenos canais escoava constantemente independente do período do ano, ou do quantitativo de precipitação. As casas, de madeira ou alvenaria, são construídas sem respeito a essa rede de drenagem local, situação que termina por comprometer a segurança dos próprios moradores.

Ressalta-se que na figura 46 é possível visualizar uma tubulação de esgoto doméstico com água servida que é direcionada no pequeno canal. Outro fato relevante é que esta casa, assim como as demais no entorno encontram na área de risco que foi delimitada pela Defesa Civil. Logo, a presença das casas com os canos direcionando água para eles só intensifica a situação de risco sob a qual se encontram.

Figura 46 – Pequeno canal hídrico que corta a rua Tiradentes.



Fonte: autor, 18/03/2023.

Os pequenos canais estão espremidos por entre as residências e, em alguns trechos, eles desaparecem, pois estão encobertos pelos imóveis, sejam eles construídos com madeira em palafitas ou de alvenaria. Inclusive, por vezes, não é possível distinguir o que realmente é um igarapé de um canal criado ou apropriado para o escoamento dos esgotos domésticos. Como pode ser observado na figura 46, ao se retirar a mata ciliar que existia antes e direcionar a tubulação de esgoto doméstico para o canal, o que resta é um verdadeiro sistema de canais que cruzam a cidade fazendo o papel de coletores de água servida no perímetro urbano.

4.1.6 Vegetação

O município de São Paulo de Olivença encontra-se no oeste do Amazonas que, na perspectiva da Região Florística Amazônica, tem ocorrência da Floresta Ombrófila Densa associada à proximidade ou não do rio Solimões e Igarapés, assim como às feições de relevo como: Planícies Fluviais ou

Fluviolacustres, Terraços Fluviais, Tabuleiros dissecados, Colinas Dissecadas e Morros Baixos, Colinas Amplas e Suaves e os Tabuleiros presentes na área municipal. Essa situação ocorre tendo em vista que as espécies da flora, o porte das árvores e a densidade de indivíduos estarão associados aos fatores físicos relacionados à presença da água como várzea ou terra firme e aos tipos de solos encontrados nas feições do relevo (IBGE, 2012).

Considerando somente a sede de São Paulo de Olivença ressalta-se que é uma cidade que ainda apresenta certa cobertura vegetal no perímetro urbano, principalmente palmeiras típicas da Amazônia. A área na qual a cidade historicamente nasceu, não apresenta adensamento verde, no entanto, ao se direcionar para as áreas periféricas facilmente é possível evidenciar a presença da vegetação figuras 47 e 48.

Figura 47 – Cobertura vegetal na sede de São Paulo de Olivença à esquerda da igreja matriz



Fonte: autor, 10/03/2024.

Ainda assim, não se pode desconsiderar o fato de que São Paulo de Olivença é um dos núcleos de colonização mais antigos do Alto Solimões, originário das missões jesuítas (IBGE, 1952). Tal fato indica que a vegetação nativa na cidade já foi bastante alterada. Ressalta-se ainda o fato de que a cobertura vegetal que se

observa nas partes inferiores das duas figuras (47 e 48) dizem respeito a alguns setores das áreas dissecadas nas margens do Solimões nas quais ocorrem os processos erosivos.

Figura 48 – Cobertura vegetal na sede de São Paulo de Olivença à direita da igreja matriz



Fonte: autor, 10/03/2024.

A vegetação pode ser encontrada nos locais em que as vertentes são menos íngremes apresentando ainda uma fina camada de solo que sustenta espécies de porte arbustivo e ainda por quê, prevendo que poderia haver mais movimentos de massa a prefeitura retirou as pessoas e demoliu as residências para que não fossem ocupadas novamente. Também é possível ver nas figuras que há áreas íngremes sem vegetação e são, justamente, nesses locais que os processos erosivos estão intensamente ativos atualmente.

Quanto aos pequenos igarapés urbanos, em vários trechos, não existe mata ciliar devido à ocupação. Mesmo assim, é possível observar a ocorrência de uma vegetação de porte arbóreo considerável nos dois principais igarapés que cruzam áreas da cidade como é o caso do Inaquetê (figura 49).

Figura 49 – Mata ciliar no igarapé Inaquetê



Fonte: autor, 26/04/2022.

No entanto, por estarem na zona urbana, esses igarapés terminam competindo por espaço com casas em palafitas, ruas calçadas e postes de energia, demonstrando assim o avanço da cidade sobre eles, como ocorre com o Inaquetê (figura 50), no qual pode-se ver casas de madeira em palafitas e construções em alvenaria, postes de distribuição de energia elétrica e uma ponte de madeira cruzando o igarapé.

Figura 50 – Urbanização no igarapé Inaquetê



Fonte: autor, 26/04/2022.

O igarapé do Ajaratuba também apresenta vegetação de porte arbóreo com adensamento considerável nas margens, no entanto, quando adentra no perímetro urbano na margem esquerda, a vegetação foi suprimida e as casas em palafitas ocuparam a área, inclusive estando presentes no leito do corpo hídrico, como pode ser observado na figura 51.

Figura 51 – Mata ciliar no igarapé Ajaratuba



Fonte: autor, 09/03/2024.

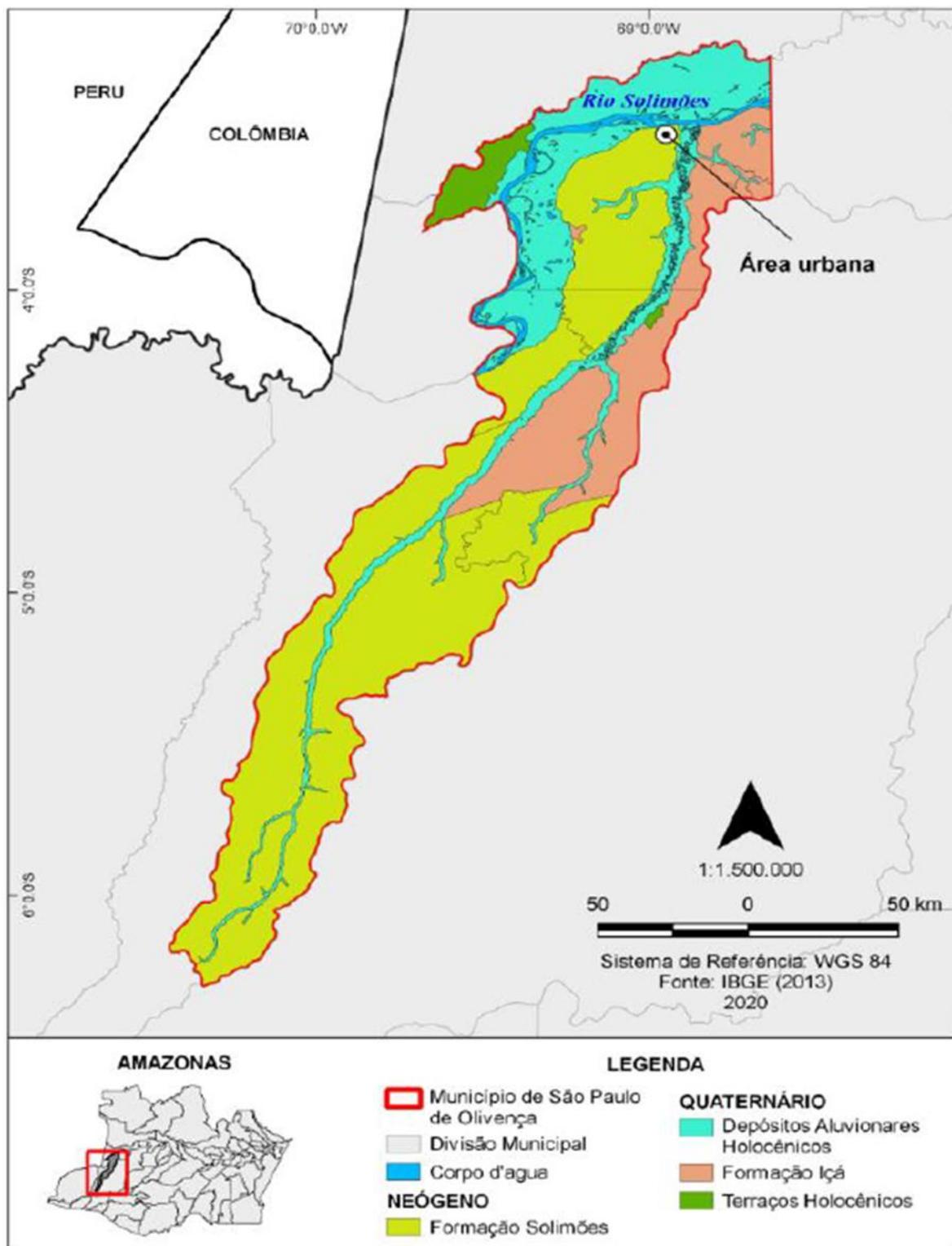
Sabe-se que, no contexto de interiorização da Amazônia, a ocupação se deu nas margens dos rios, paranás, furos, igarapés e lagos. Trata-se de um processo que não se pode negar. Também é certo que a presença da população habitando uma determinada área pressiona os órgãos públicos e privados a dotarem o local com equipamentos urbanos que atendam, pelo menos, as necessidades básicas como: distribuição de água potável, distribuição de energia elétrica e ruas calçadas. No entanto, tal situação favorece o adensamento populacional em áreas com risco recorrente de inundação, principalmente, tratando-se de uma planície de inundação, várzea ou até mesmo o canal do igarapé como ocorre em São Paulo de Olivença, exigindo esforços contínuos de cuidado com essa mesma população pela prefeitura.

4.2 Caracterização das Unidades de Paisagem e sua relação com a Suscetibilidade

A pesquisa apresenta um percurso que, nem sempre segue os planos objetivados e postos em prática. Pesquisar na Região Amazônica e, especificamente, nos municípios mais distantes e, portanto, mais isolados de grandes cidades como Manaus, é uma tarefa que demanda um esforço que, não se reflete na pesquisa. Dessa forma ressalta-se que ocorre uma ausência de dados físicos públicos que auxiliariam na caracterização fidedigna dos solos, do relevo e da rede hidrográfica urbana na perspectiva das escalas de pequenas cidades amazônicas. Aliada a esta situação, soma-se ainda a falta de equipamentos e recursos suficientes para cobrir todo o perímetro urbano de uma cidade como São Paulo de Olivença. Sendo assim, as unidades de paisagem foram determinadas na escala do município, muito embora a pesquisa esteja relacionada tão somente ao perímetro urbano da sede. Fato é que, apesar da classificação das unidades de paisagem abranger uma área bem maior, ainda assim é possível apresentar paisagens que não aparecem no mapa, por conta da escala, mas estão presentes na cidade, inclusive com características intrinsecamente relacionadas com as unidades maiores. Sendo assim, no presente capítulo, apresenta-se as unidades de paisagem do município e posteriormente as áreas que foram e são afetadas pelas terras caídas e por inundações associadas às cheias do rio Solimões. Também busca-se tratar a suscetibilidade qualitativamente a partir dos dados disponíveis.

As unidades de paisagem do Município de São Paulo de Olivença, presentes no mapa 07 foram constituídas a partir do estabelecimento de interrelações baseadas nos mapas geológico, de relevo, de solos e da hidrografia do município apresentados anteriormente. A esses mapas associou-se também os dados geológicos de Reis (2022) apresentados na figura 52, na qual a estrutura geológica está apresentada em função da escala do tempo geológico, diferentemente do mapa da presente pesquisa que caracteriza a geologia do município a partir da composição sedimentar em termos dimensional das rochas constituintes. É importante ressaltar que os dois mapas não se contradizem, ao contrário, se reafirmam e se complementam. Dessa forma, o trabalho de Reis foi de fundamental importância na construção das unidades de paisagem apresentadas no mapa 10.

Figura 52 – Geologia de São Paulo de Olivença, segundo Reis (2022).



Fonte: Reis, 2022.

As unidades de paisagem foram construídas relacionando, principalmente o relevo com as estruturas geológicas propostas por Reis. Por isso é importante entender o que é a Formação Solimões e a Formação Içá:

A Formação Solimões, de idade miocênica a pliocênica, consiste de depósitos fluviolacustres de textura predominantemente argilosa, gerados durante o processo de inversão do sentido de drenagem da bacia hidrográfica do rio Amazonas com a consolidação do soerguimento do orógeno andino. Já a Formação Içá, de idade pleistocênica consiste de arenitos pouco consolidados a inconsolidados, de origem fluvial. (Dantas e Maia, 2010, p.35)

Quanto aos Depósitos Aluvionares Holocênicos, Maia *et al* os caracterizam como sendo,

Depósitos de sedimentos inconsolidados, de espessura variável, periodicamente inundáveis, que, da base para o topo, são formados por cascalho, areia e argila, ocorrendo eventualmente níveis de matéria orgânica. [...] Os sedimentos dessa unidade podem constituir depósitos retilíneos, nas margens dos rios ou ao longo de canais meandantes, formar ilhas, lagos colmatados de conformação variada, barras de areia ou apresentar a forma de depósitos abandonados resultantes da migração lateral do canal (Maia *et al*, 2010, p.166)

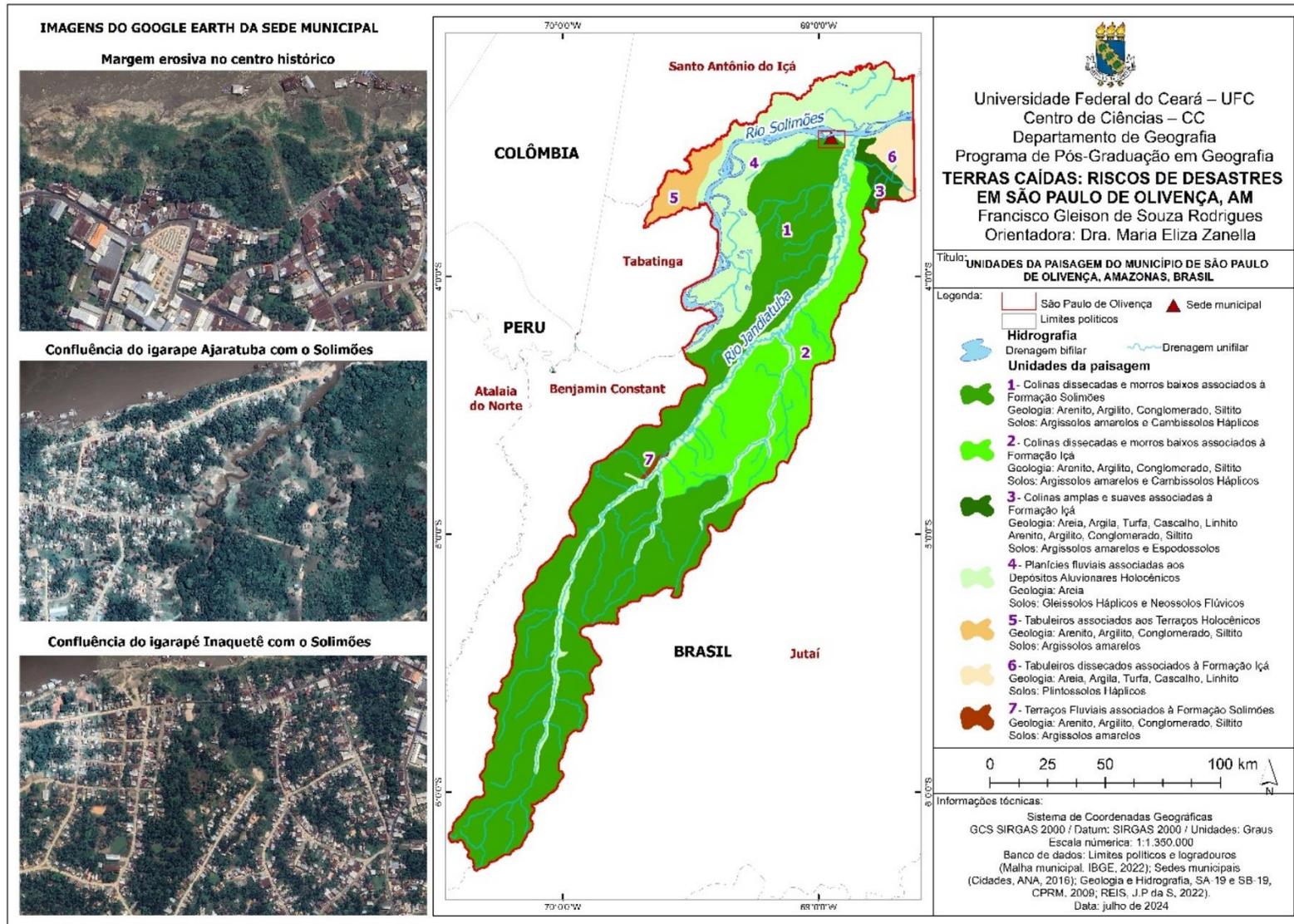
Tratando-se dos Terraços Holocênicos, Maia *et al* informam que eles podem ser caracterizados como,

Ampos e espessos depósitos sedimentares fluviais semiconsolidados, constituídos por areia, silte, argila e cascalho. [...] Formam superfícies sub-horizontais, eventualmente atingidas pelas águas fluviais, que apresentam gradientes extremamente suaves e convergentes em direção aos cursos d'água principais. Localmente, ressaltam-se rebordos abruptos no contato com a planície fluvial. (Maia *et al*, 2010, p.169)

4.2.1 Colinas dissecadas e morros baixos associados à Formação Solimões

Unidade de paisagem que ocupa grande área no município de São Paulo de Olivença, inclusive uma parte considerável da sede está assentada nessa unidade. Sua composição geológica é baseada em Arenito, Argilito, Conglomerado, Siltito com a formação Solimões expressa na área superficial que sustenta o relevo o relevo de Colinas dissecadas. Os solos mais expressivos são, principalmente os Argissolos amarelos, que compõem quase toda a extensão da unidade, com ocorrência de Cambissolos Háplicos.

Mapa 7 – Unidades de Paisagens do Município de São Paulo de Olivença, Amazonas, Brasil



Essa caracterização não significa que haja a existência somente dessas duas classes de solos. Há outras classes de solos em escalas que não permitem que elas estejam expostas nessa classificação. As três imagens presentes no mapa 7:

- Margem erosiva no centro histórico

A primeira imagem no mapa 7 apresenta o centro histórico de São Paulo de Olivença o qual se desenvolveu sobre a unidade de paisagem das Colinas dissecadas e morros baixos associados à Formação Solimões. As áreas do centro histórico e adjacências que estão localizadas nas margens do Solimões são as que mais sofrem com as terras caídas. Mesmo o solo nessa unidade apresentando certa estabilidade a localização de fácies das colinas na interface com o rio associada às mudanças no leito as tornam extremamente suscetíveis aos processos erosivos como pode ser observado na figura 53.

Figura 53: Fácies do relevo na margem erosiva do Rio Solimões, 09.03.24.



Fonte: autor, 2024.

Entre as diferentes camadas de sedimentos que podem ser observadas no perfil do talude erosivo há ocorrência de uma camada mais arenosa que, segundo a CPRM (2018) torna a área mais suscetível à erosão. O clima tropical

superúmido com chuvas regulares, o regime de cheias e vazantes periódicas do Solimões, a intensa radiação solar e a ação da gravidade, já apresentados anteriormente também contribuem para a ocorrência do fenômeno que é um processo natural.

Figura 54: Centro histórico e comercial de São Paulo de Olivença, 09.03.24.



Fonte: autor, 2024.

No entanto, somando-se ainda os usos dados pela população local (figura 54), em função do processo histórico de ocupação da área, como a construção habitações em madeira e alvenaria, estruturas maiores e mais “pesadas” que antes existiam como hotéis, a impermeabilização de parte do solo, o escoamento concentrado de águas servidas nos pequenos canais que se direcionam para essas áreas, a retirada da mata nativa e as ondas formadas pelos veículos aquáticos que transitam no rio, promovem um aumento de suscetibilidade aos processos erosivos. Ressalta-se que vários imóveis que existiam na interface rio/terra firme foram destruídos com os movimentos de massa ou foram demolidos pela prefeitura na área à direita na figura 54.

Decorrente da suscetibilidade da área a novos processos erosivos em função da localização na margem do rio, a mesa não deve ser ocupada, já que se tornou uma área de alto risco de deslizamentos. Áreas adjacentes também devem ter novos usos limitados ou mesmo impedidos, tendo em vista que a erosão

permanece ativa. O recomendado, seria criar uma zona de segurança para as pessoas limitando novos usos.

- Confluência do igarapé Ajaratuba com o Solimões

Nesta área a margem direita do Igarapé do Ajaratuba apresenta uma cobertura vegetal preservada, no entanto, a margem esquerda está ocupada por casas em palafitas e pela urbanização que avança sobre o igarapé (figura 55). Recentemente a prefeitura construiu uma ponte sobre o Ajaratuba há uma distância em torno de 1 km da confluência. As cheias periódicas do Solimões com água adentrando na planície de inundação do Ajaratuba e causando inundações no perímetro urbano atingem um contingente populacional de 284 pessoas e 53 famílias (São Paulo de Olivença, 2018).

Figura 55: Planície de inundação na confluência do Ajaratuba com Solimões.



Fonte: autor, 2024.

Especificamente a área da confluência do igarapé Ajaratuba com Solimões apresenta além da problemática das inundações periódicas, o problema da erosão e movimentos de massa provocados pelo rio (figura 56). Essa área apresenta uma feição de pontal, na qual à esquerda está o rio Solimões e à direita

está o igarapé Ajaratuba. Tal situação do relevo deixa-o bastante suscetível aos processos erosivos desencadeados pelo Solimões.

Figura 56: Confluência do igarapé Ajaratuba com o rio Solimões, 09.03.24



Fonte: autor, 2024.

Na figura 56-A pode-se observar a confluência entre o Ajaratuba e o Solimões. Em 56-B ressalta-se a placa indicando área de risco, no entanto, ao lado há casas ocupadas pelos residentes apesar do aviso. Em 56-C visualiza-se uma parede marcando a existência de uma casa que foi demolida pelo risco de desabar e em 56-D uma placa de alerta de área de risco em frente ao piso de uma residência que foi demolida em função do risco de deslizamento.

Ressalta-se que a planície fluvial do Ajaratuba que se encontra sobre a influência das cheias periódicas do Solimões compões uma paisagem suscetível às inundações, sendo esse um fator limitante para ocupação e realização de grandes construções. Ressalta-se que, em particular a área entre o igarapé e o rio, apresenta-se extremamente suscetível à ocorrência de processos erosivos e movimentos de massa, sendo estes fatores fortemente limitantes para qualquer tipo de uso delas.

- Confluência do igarapé Inaquetê com o Solimões

Neste recorte da paisagem, a população ribeirinha ocupa a área em casas de palafitas, a qual teve determinados locais urbanizados com ruas calçadas, ponte de madeira e postes de energia (figura 57). No segundo semestre de cada ano, durante a vazão do Solimões, espaços livres da água tornam-se propícios para a prática da agricultura sazonal, pois os solos, representados pelos Neossolos Flúvicos, são fertilizados com argilominerais naturalmente pelas águas do Solimões na cheia.

Figura 57: Planície de inundação na confluência do Inaquetê com Solimões.



Fonte: autor, 2024.

A confluência do Inaquetê com o Solimões (figura 57), é uma paisagem fluvial delicada por conta do regime fluvial do grande rio, pois durante suas cheias no primeiro semestre de cada ano, as águas adentram e ocupam a planície fluvial do igarapé no perímetro urbano causando transtornos para a população e para os órgãos gestores. Por conta da suscetibilidade às cheias e, em determinados anos, às inundações promovidas pelo Solimões os usos são limitados, já que não é propícia à intensa ocupação e construção de prédios de

4.2.2 Colinas dissecadas e morros baixos associados à Formação Içá

As Colinas dissecadas e morros baixos associados à Formação Içá correspondem a segunda unidade de paisagem mais extensa do município. A estrutura geológica é composta por arenito, argilito, conglomerado e siltito com expressão da Formação Içá capeando a parte superior das colinas dissecadas e dos morros baixos. As principais classes de solos estão representadas pelos Argissolos amarelos e por Cambissolos Háplicos localizados, principalmente entre o rio Jandiatuba e os igarapés Jutaizinho e Boa Vista.

Essa unidade de paisagem apresenta uma densa cobertura de mata nativa bem preservada, sem aglomerados urbanos consideráveis, e, ainda que ocorram processos erosivos e movimentos de massa por se tratar de colinas dissecadas e morros baixos, os eventos dificilmente causarão danos a algum residente do município por ocorrerem em expressões mais isoladas da paisagem. Logo, mesmo que seja uma área suscetível à processos erosivos e com usos de ocupação residencial ou comercial limitados, não apresenta riscos para a população local por estar mais isolada dos perímetros urbanos.

4.2.3 Colinas amplas e suaves associadas à Formação Içá

Unidade de paisagem bem limitada à nordeste de São Paulo de Olivença, geologicamente composta por areia, argila, turfa, cascalho, linhito, arenito, argilito, conglomerado, siltito com a Formação Içá se apresentando nas colinas amplas e suaves. Apresentando Argissolos amarelos e Espodossolos como classes de maior expressividade de solos. As fácies das colinas que estão voltadas para o rio Solimões estão em contato com a sua Planície fluvial, fato que pode torná-las suscetíveis a processos erosivos e com usos e ocupação limitados como decorrência dos riscos associados à erosão e movimentos de massa. Ressalta-se ainda que, assim como as duas unidades de paisagens anteriores, o relevo composto por colinas e morros, não é propício para a ocupação plena com restrições em função da topografia.

4.2.4 Planícies fluviais associadas aos Depósitos Aluvionares Holocênicos

As Planícies fluviais associadas aos depósitos aluvionares holocênicos compõem a unidade de paisagem com formação mais recente e que apresenta intensa dinâmica relacionada às formas de relevo que estão associadas aos rios

como o Jandiatuba e, principalmente, o Solimões (figura 58). Composta basicamente de areia apresenta majoritariamente Neossolos flúvicos e Gleissolos háplicos que se dispõem na paisagem de acordo com a proximidade maior ou menor com o canal fluvial.

Figura 58: Ilha na planície fluvial do rio Solimões em São Paulo de Olivença.



Fonte: autor, 2024.

São áreas férteis por ocorrência dos argilominerais, mas fortemente suscetíveis às cheias dos rios e aos processos erosivos e movimentos de massa que caracterizam as terras caídas, ainda mais se tratando do Solimões. As ilhas fluviais em frente à sede de São Paulo de Olivença têm ocorrência na planície fluvial do Solimões e, por estarem sujeitas ao regime hidrológico do rio e às modificações do canal principal ao longo do tempo decorrentes do transporte e da deposição de sedimentos, são, atualmente, um dos principais fatores desencadeadores da erosão na sede do município.

Como as ilhas são extremamente suscetíveis às cheias do Solimões, assim como as confluências dos igarapés e às margens mais baixas, então essas áreas são fortemente limitadas quanto à ocupação ou qualquer tipo de uso que se venha implementar nelas. A exceção se faz à prática da cultura de diversos tipos de espécies sazonais que podem produzir grãos e frutos um pouco antes das cheias dos rios. Também é importante ressaltar as limitações em afluentes do Solimões como o Jandiatuba, por conta dos intensos processos de deposição em certos

pontos contrapostos por áreas com intensa erosão ao longo do canal decorrentes da disposição dele em meandros.

4.2.5 Tabuleiros associados aos Terraços Holocênicos

Essa unidade de paisagem encontra-se à noroeste no município de São Paulo de Olivença sendo composta geologicamente por arenito, argilito, conglomerado e siltito. Trata-se de uma unidade com relevo recém-formado, tendo em vista o holoceno iniciar-se apenas há 11 mil anos. Os Argissolos amarelos são a classe mais expressiva de solos nessa unidade de paisagem. Por conta da feição em Tabuleiro a unidade seria passível de ocupação urbana, sendo pouco suscetível às ações erosivas do Solimões, ainda assim, deve-se atentar ao fato de que parte dela encontra-se em contato com a planície fluvial desse rio, então essas fácies podem apresentar alguns movimentos de massa importantes.

4.2.6 Tabuleiros dissecados associados à Formação Içá

Unidade de paisagem que se encontra à nordeste na área do município. A composição geológica apresenta areia, argila, turfa, cascalho e linhito, com ocorrência de Plintossolos Háplicos. Localizada às margens do Solimões, unidade com fácies voltadas para o rio extremamente suscetíveis à erosão e movimentos de massa e, portanto, com forte restrição de usos e ocupação. No entanto, áreas mais distantes do canal fluvial são propícias à ocupação residencial e prática agrícola por apresentarem topos planos.

4.2.7 Terraços Fluviais associados à Formação Solimões

Terraços fluviais localizados pontualmente nas margens de rios como o Jandiatuba, com ocorrência geológica de arenito, argilito, conglomerado e siltito típicos da Formação Solimões, com ocorrência de Argissolos amarelos. Por estarem em contato direto com os rios que margeiam, são suscetíveis à erosão e movimentos de massa apresentando assim limitações quanto aos usos e ocupação. No entanto, são áreas localizadas distantes da sede urbana do município e com pouca ou nenhuma ocupação.

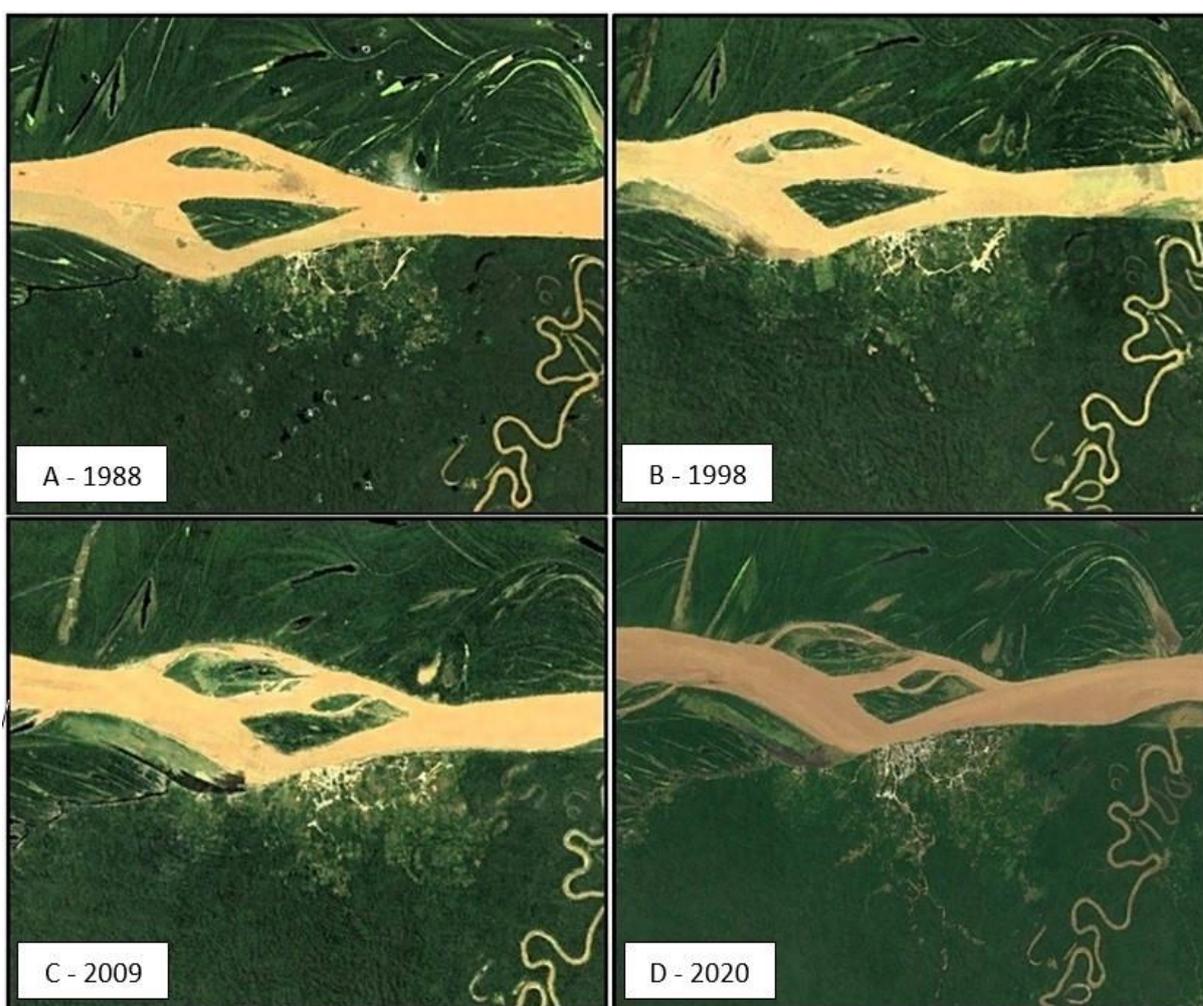
4.3 Contexto Social

4.3.1 Expansão Urbana

Nos últimos 30 anos é possível perceber a expansão urbana da cidade de São Paulo de Olivença como pode ser observado na figura 59 – A, B, C e D. O perímetro urbano da cidade avançou em 3 direções principais: na margem direita do rio Solimões do centro comercial e histórico em direção à jusante e à montante, assim como rumo ao sentido contrário ao rio, avançando sobre a floresta.

Observa-se que houve um avanço considerável de áreas de cultivo em direção ao sul e ao sudeste, com uma estrada se aproximando ao longo do tempo e, em 2020 (figura 60-D), quase chegando ao rio Jandiatuba.

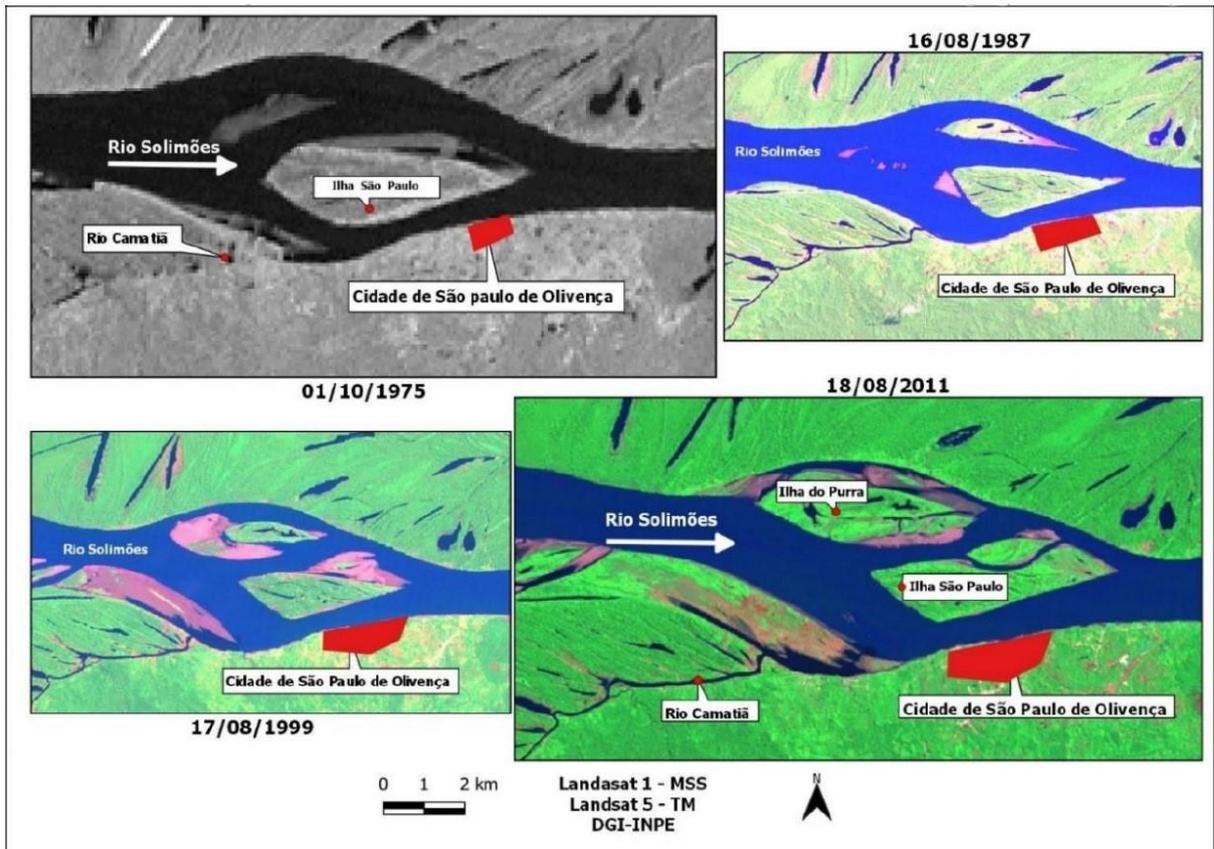
Figura 59 – Evolução do perímetro urbano de São Paulo de Olivença



Fonte: GoogleEarth (2023), adaptado pelo autor.

O avanço da ocupação na margem fluvial se deve a uma série de fatores, mas, principalmente, em decorrência da necessidade de morar perto do rio por conta do trabalho com a pesca e, também associado à expansão do comércio facilitado pelo embarque e desembarque de pessoas e mercadorias nas proximidades. Na figura 60, Reis apresenta a evolução urbana de São Paulo de Olivença desde 1975.

Figura 60 – Edificações na margem do Solimões em São Paulo de Olivença



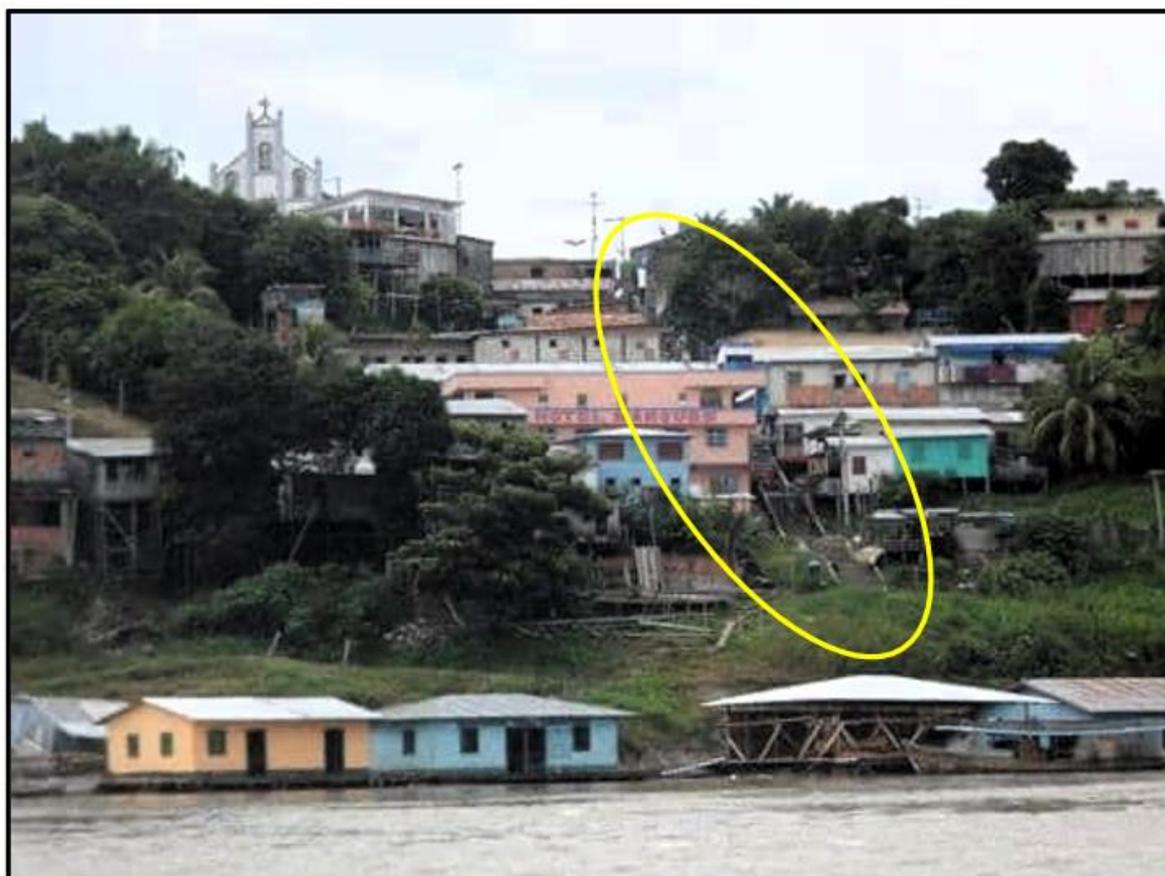
Fonte: Reis, 2017.

É possível perceber o quanto a sede de São Paulo de Olivença cresceu e, concomitantemente, como ocorreram modificações no leito do rio Solimões em frente à cidade. Em especial essas modificações ocorreram principalmente nas ilhas que, praticamente se uniram e quase fecharam os canais por onde a água do rio passava, restando ao mesmo desviar em direção à margem na qual está assentada a cidade. Não se pode deixar de ressaltar que, justamente, as áreas de expansão na margem do rio foram as mais atingidas pela erosão a partir do ano de 2010.

Na figura 61 é possível identificar a “Escadaria do Sacrifício” antes da ocorrência do fenômeno das terras caídas. Esse era o principal ponto de embarque e desembarque de passageiros. Havia hotéis e lojas diversas nas margens da

escadaria por conta do fluxo constante e intenso de pessoas que subiam em direção ao centro histórico da cidade ou desciam para embarcar nos mais diversos tipos de embarcações que aportavam no local. Nesse sentido, a partir do que foi exposto, a Escadaria do Sacrifício poderia ser considerada como um marco histórico-cultural da cidade.

Figura 61 – Escadaria do Sacrifício antes da ação erosiva



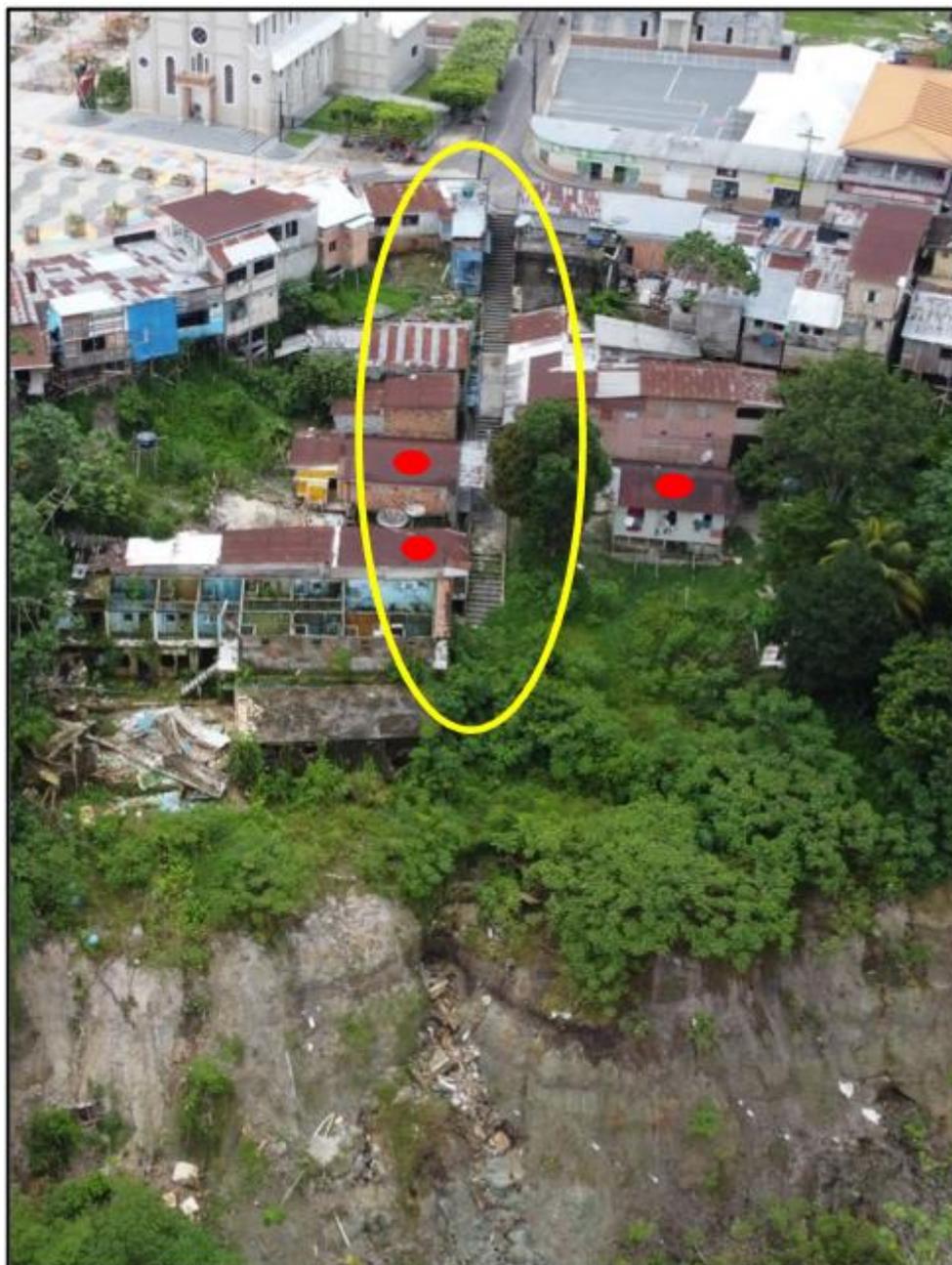
Fonte:(s.d.)<https://www.facebook.com/photo.php?fbid=638353394997068&set=pb.100064672390490.-2207520000&type=3>, acesso 05 de nov. de 2024.

Atualmente a situação nessa área é bem diferente, como pode ser observada na figura 62. Praticamente toda a área da escadaria foi destruída e, com ela, quase todos os prédios. O que restou da Escadaria do Sacrifício está inserido em uma área de elevado risco de deslizamento na qual os prédios estão sendo desocupados pela prefeitura.

Em março de 2024 ainda havia duas moradoras/comerciantes que residiam nos prédios em que estavam suas lojas e uma moradora residente de uma

casa alugada. As três já estavam certas da transferência para outros locais da cidade.

Figura 62 – Escadaria do Sacrifício em 2024



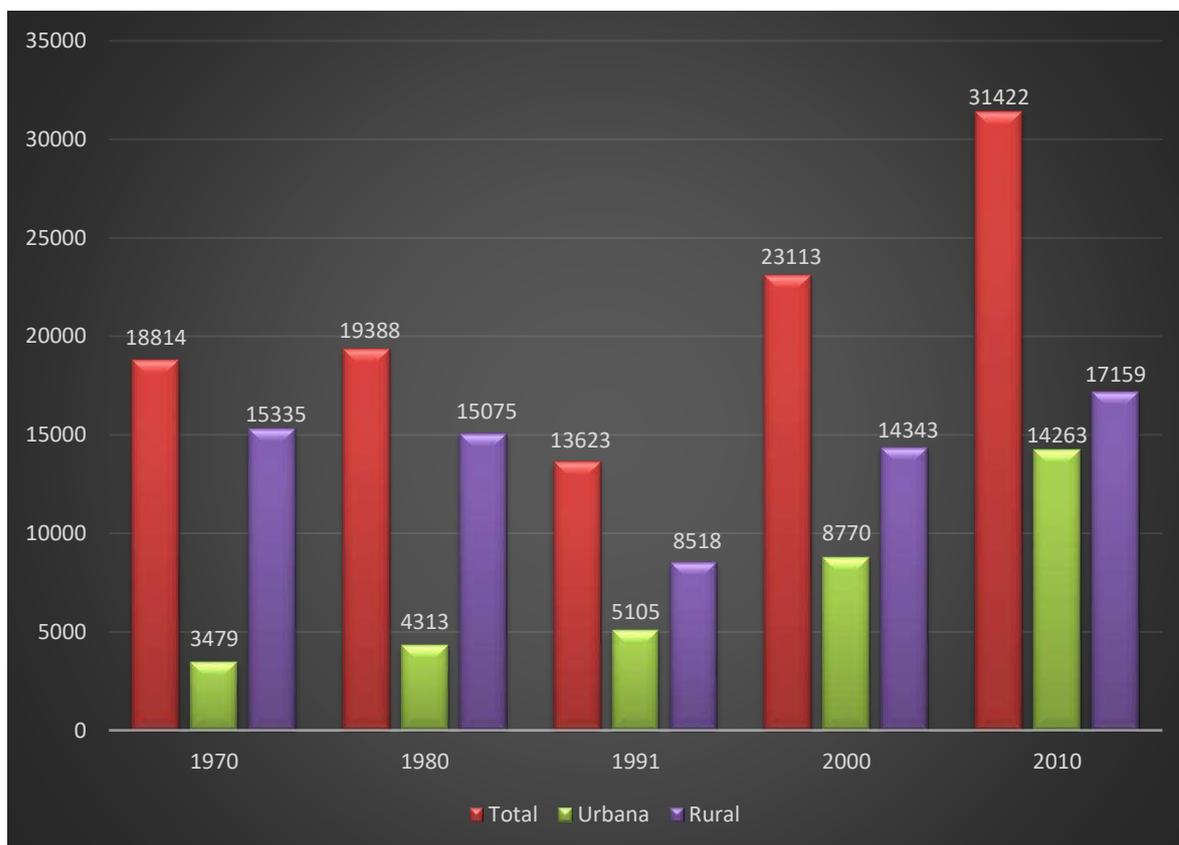
Fonte: autor, 10/03/2024.

4.3.2 População

O município de São Paulo de Olivença apresentava uma população de 31.422 habitantes em 2010 com uma projeção de 39.299 para o ano de 2019 e uma densidade demográfica de 1,59 hab/km² (IBGE, 2010). Como pode ser observado no

gráfico 1 a população urbana do município saltou de 3.479 habitantes no ano de 1970 para 14.263 habitantes em 2010, com população total do município registrando a marca de 31.422 habitantes de acordo com o IBGE (2017).

Gráfico 1 – Evolução populacional de São Paulo de Olivença, 1970 - 2010



Fonte: IBGE (2017) adaptado pelo autor.

São Paulo de Olivença apresenta um percentual de 45,39% da população como urbana, logo, 54,61% se encontram na zona rural. Seguindo a tendência, o maior percentual de domicílios particulares permanentes (53,89%) se encontra também na zona rural e o restante em perímetros urbanos. A média de moradores rurais e urbanos por residência é de 5,97 e 5,8 respectivamente corroborando com o fato de haver mais residentes no campo do que na cidade (IBGE, 2010).

Tratando-se de determinadas camadas da população, é importante ressaltar que, em uma situação de risco ou de ocorrência de um desastre, existem grupos de pessoas que são mais vulneráveis do que outros. Essas vulnerabilidades estão associadas à condição da faixa etária e às condições de saúde. De acordo com o Censo de 2010 em São Paulo de Olivença, 15,19% da população apresenta

alguma deficiência permanente (IBGE, 2010). Esta situação tem grande correlação com o tema da presente pesquisa, já que no contexto dos riscos, pessoas com alguma deficiência têm dificuldade em fugir ou serem salvas quando envolvidas em algum tipo de desastre pois apresentam mobilidade reduzida ou dificultada pela deficiência.

O município que apresenta um grande percentual de crianças e adolescentes com até catorze anos. Cerca de 41,05% da população é composta por pessoas dessa faixa etária. Fato que também se traduz em complicações para aqueles que vivem sob o risco de desastres, em particular, o que diz respeito às Terras Caídas, pois crianças e adolescentes não têm o mesmo discernimento que uma pessoa adulta. Os indivíduos nessa faixa de idade terminam por se expor mais aos riscos pela falta de conhecimento do perigo, além dos que se encontram em idades de 0 até 4 anos que são incapazes de se deslocarem sozinhos ou atenderem aos chamados dos adultos ou ainda entenderem a situação na qual se encontram, caso estejam envolvidas em um desastre. Já pessoas com mais de 60 anos, principalmente as que estão acima dos 70 anos, geralmente têm a condição de mobilidade reduzida, dessa forma, também se encontram em uma situação de maior atenção relacionada aos riscos por precisaram de ajuda para se deslocarem. Em São Paulo de Olivença, o percentual com pessoas de mais de 60 anos é de 2,40% da população total do município (IBGE, 2010).

Percentagem de domicílios particulares permanentes cujo responsável pelo domicílio possuía 60 + 70 anos ou mais - 8,01% dos domicílios particulares permanentes apresentam como responsáveis pessoas com 60 anos ou mais e 10,92% eram do sexo feminino. São duas questões que, quando se observadas pela ótica dos riscos, apresentam-se preocupantes. Como pessoas com 60 ou mais entram em uma faixa de vulnerabilidade aos desastres de forma mais incisiva e, caso ocorra algum acidente com essas pessoas, toda a família sofrerá as consequências. No caso das famílias em que as mulheres são responsáveis, além da dependência financeira da família recair exclusivamente sobre elas, ainda há o fato de que, em famílias compostas exclusivamente pela mãe e pelos filhos, as crianças, nessas famílias, provavelmente, passam uma parte do dia sozinhas e sem a presença de um adulto que possa orientá-las a como agir caso ocorra um desastre que envolva as crianças na ausência da mãe (IBGE, 2010).

4.3.2.1 População e Urbanização

Como pode ser observado no gráfico 01 a população de São Paulo de Olivença teve um salto considerável em números absolutos. Mesmo ainda apresentando um percentual superior de pessoas vivendo na zona rural, a zona urbana apresentou um incremento em 40 anos de mais de 10 mil habitantes. Este fato condiz com a expansão urbana da sede. No entanto como não é uma cidade planejada, os problemas urbanos surgem com as aglomerações de pessoas que se reflete na ocupação e nos usos do solo urbano.

A sede de São Paulo de Olivença se expandiu nas margens do rio Solimões em direções opostas até bordejar dois igarapés que confluem com o grande rio e que, quase exercem o papel de limitantes do perímetro urbano à jusante e à montante (baseando-se no Solimões e na escadaria do sacrifício como referências). Também ocorreu expansão da cidade em direção à floresta no sentido oposto ao Solimões sendo esta situação a que se consolida neste momento.

Figura 63: Casa parcialmente sustentada por palafitas em São Paulo de Olivença.



Fonte: autor, 2024.

As áreas de expansão da sede de São Paulo de Olivença apresentam relevo bastante irregular com ocorrência de sequências de morros baixos e fundos de vales com pequenos canais de primeira ordem. Certo é que, com o crescimento desordenado, vertentes e topos de morros, assim como os fundos de vales com os canais foram tragados pela urbanização. Andando pelas ruas é fácil encontrar casas que seguem um padrão amazônico de construção em madeira e palafitas não decorrentes de processos de inundação ou cheias do Solimões e dos principais igarapés, mas por conta dos desníveis topográficos como pode ser observado na figura 63.

Para o ano de 2010 São Paulo de Olivença apresentava um percentual municipal de 23,62% de domicílios particulares permanentes sem esgotamento sanitário. Somado a essa situação 98,85% dos domicílios particulares permanentes não tinham coleta de lixo, o que é um problema extremamente preocupante, tendo em vista a disseminação de vetores causadores de doenças, como ratos, baratas e mosquitos, além de doenças veiculadas diretamente pelo contato com os resíduos de origens diversas. No que diz respeito a ocorrência de domicílios particulares permanentes com energia elétrica há um percentual de 28,51% sem cobertura desse serviço (IBGE, 2010).

4.2.3 Renda e pobreza

Renda e pobreza constituem dados que esclarecem a realidade social e econômica de um município ou estado denunciando assim concentração de renda e a ausência de perspectivas socioeconômicas da população.

Os valores da renda per capita mensal registrados, em 2000 e 2010, evidenciam que houve crescimento da renda no município – São Paulo de Olivença – entre os anos mencionados. A renda per capita mensal no município era de R\$ 102,57, em 2000, e de R\$ 150,28, em 2010, a preços de agosto de 2010. (AtlasBrasil, 2010, p. 15)

A renda da população é um dado importante tendo em vista que pessoas com baixa renda têm dificuldades em adquirir um imóvel em uma área que não seja suscetível aos riscos e desastres. Para o ano de 2010, havia um percentual de 12,25% dos domicílios particulares permanentes que não apresentavam rendimento nominal mensal familiar (IBGE, 2010).

Já o percentual de extremamente pobres no município era de 47,99% e o de vulneráveis à pobreza correspondia à 78,42% da população. (IBGE, 2017). Dados expressivos sobre a realidade local que termina por influenciar na geração de riscos e desencadeamentos de desastres já que pessoas em extrema pobreza tendem a ocupar áreas com elevado percentual de riscos.

Relacionando a questão da produção agropecuária à renda, para o ano de 2010 havia uma percentagem de 98,94% dos estabelecimentos agropecuários que não receberam orientação técnica, 16,84% dos produtores rurais não possuíam área própria de cultivo e 0,14% dos estabelecimentos agropecuários apresentavam terras degradadas em seus perímetros (IBGE, 2010). Deve-se ressaltar o fato de que a ausência de orientação técnica se torna um sério problema se for levado em consideração práticas errôneas de cultivo em áreas inapropriadas para a realização dessa atividade econômica, podendo desencadear processos erosivos, deslizamentos, escorregamentos e outros tipos de movimentos de massa em função da retirada da vegetação nativa. Outra questão a ser seriamente considerada é que agricultores que não têm terras próprias e moram nas margens do rio Solimões cultivam próximos às suas casas nos locais de ocorrência das terras caídas agravando ainda mais o problema.

4.2.4 Educação

A educação é um dado de importante no entendimento dos porquês de uma pessoa ou grupo social vivenciar cotidianamente riscos e desastres. Relativo à educação, para São Paulo de Olivença, tem-se um indicador muito importante que

[...] compõe o IDHM Educação e mede a escolaridade da população adulta é o percentual da população de 18 anos ou mais com o ensino fundamental completo. Esse indicador reflete defasagens das gerações mais antigas, de menor escolaridade. Entre 2000 e 2010, esse percentual passou de 11,99% para 34,12, no município, e de 37,14% para 54,87%, na UF. (AtlasBrasil, 2010, p. 12)

Pessoas com baixa instrução ou ausência de instrução tendem a não compreender ou aceitar explicações de cunho técnico-científico sobre a própria realidade. Tal fato dificulta bastante o trabalho de técnicos que atuam na prevenção de desastres pautados na existência dos riscos.

Em 2010, considerando-se a população de 25 anos ou mais de idade no município – São Paulo de Olivença, 30,53% eram analfabetos, 30,01% tinham o ensino fundamental completo, 20,06% possuíam o ensino médio completo e 2,12%, o superior completo. Na UF, esses percentuais eram, respectivamente, 12,30%, 52,07%, 37,77% e 8,23%. (AtlasBrasil, 2010, p. 12)

Informação de extrema importância, pois, a faixa etária com 25 anos ou mais é composta por pessoas economicamente ativas que, geralmente, trabalham e mantêm a residência. O fato de que em 2010 aproximadamente 60% dessa população não possuía o ensino médio é alarmante! Um grandioso contingente populacional do município, provavelmente, por conta da baixa instrução escolar, pode não ter entendimento do que sejam os riscos e desastres.

5 DESASTRES EM SÃO PAULO DE OLIVENÇA

5.1 As modificações no Leito do Rio Solimões

A cidade de São Paulo de Olivença, foi iniciada nas margens do Solimões na unidade de paisagem das Colinas Dissecadas e Morros Baixos associados à Formação Solimões, com expansão ao longo do tempo em direção à floresta e à montante e jusante nas margens do rio. Sendo o Solimões uma das principais fontes de alimento e renda locais, em função da pesca e do transporte de passageiros e mercadorias diversas, muitos habitantes da cidade, ao longo do tempo, construíram residências e prédios comerciais nas margens do rio, em função do fácil acesso aos barcos, tornando essas edificações suscetíveis aos processos erosivos a partir de 2010. Em 1987, na figura 64, o rio se dividia em três canais ocasionando redirecionamento do fluxo e, na margem direita um pouco antes da cidade, há uma área em que o fluxo incide realizando erosão. Também há existência de uma área de deposição à montante da cidade e indicada pela seta amarela. Ressalta-se que, ao longo de 32 anos, a situação morfológica do leito fluvial, que fica em frente a cidade na unidade de paisagem denominada Planícies fluviais associadas aos Depósitos Aluvionares Holocênicos, se modificou bastante.

Figura 64 – São Paulo de Olivença, 1987



Fonte: Google Earth, 1987, adaptada pelo autor

No ano de 1998, onze anos depois, na figura 65, a situação se modificou bastante, pois surgiram várias áreas de deposição de sedimentos (setas amarelas): antes da ilha na margem direita do Solimões duas novas áreas surgiram forçando o rio a se deslocar para a esquerda. Também surgiram áreas de deposição nas ilhas localizadas em frente à cidade de São Paulo de Olivença as quais barraram parte do fluxo e o redirecionaram para o canal que margeia a cidade, intensificando os processos erosivos na área.

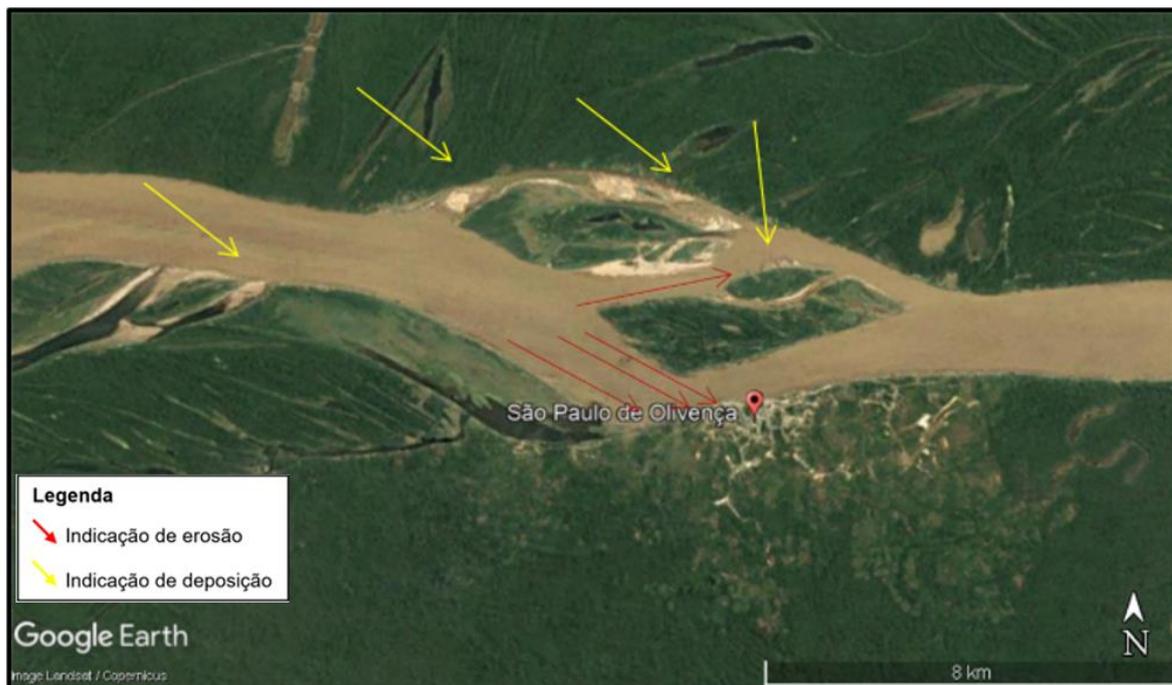
Figura 65 – São Paulo de Olivença, 1998



Fonte: Google Earth, 1998, adaptada pelo autor.

Percebe-se que a dinâmica fluvial na área em frente a cidade é muito intensa. Quando surgem bancos de sedimentos ou praias no leito o fluxo do Solimões contorna ou é dividido e, em São Paulo de Olivença, parte considerável do fluxo se dirigiu para a margem direita ocasionando os processos erosivos. Posteriormente, os processos de acréscimos, não apenas se intensificaram, bancos de sedimentos foram ocupados por vegetação que se fixou originando novas ilhas junto às que já existiam, como pode ser observado já no ano de 2009 na figura 66. Também é possível perceber que o fluxo do Solimões parecia atingir boa parte da orla da cidade.

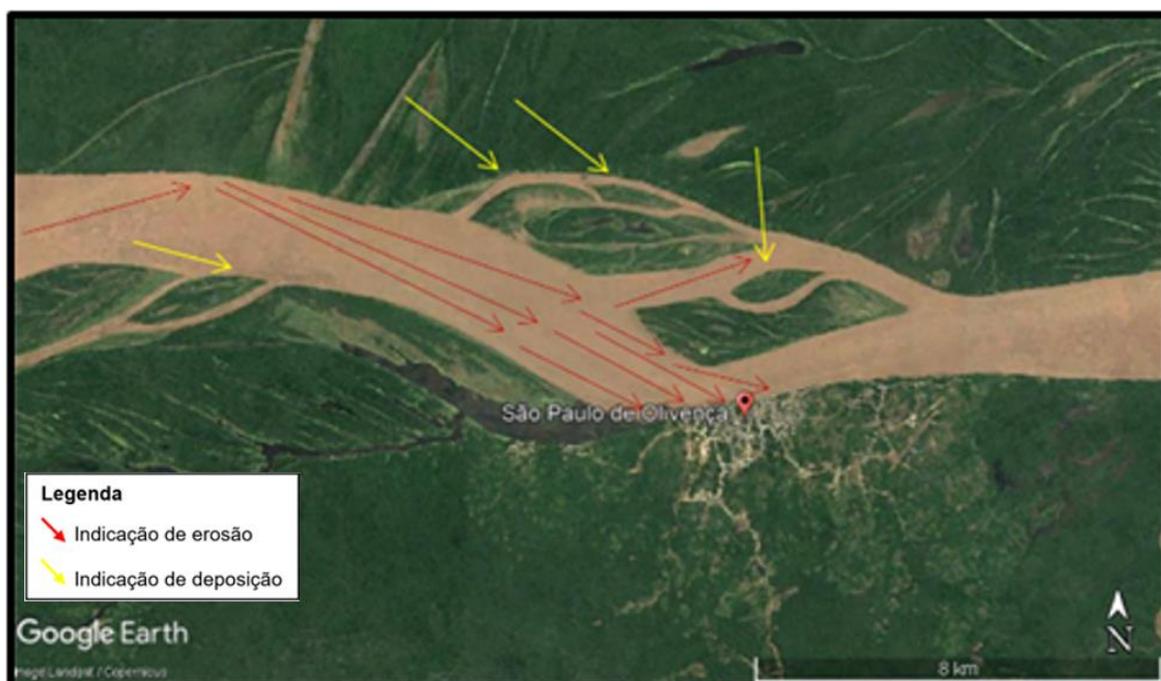
Figura 66 – São Paulo de Olivença, 2009



Fonte: Google Earth, 2009, adaptada pelo autor

Para o ano de 2019, na figura 67, ressalta-se a consolidação de várias ilhas em frente à cidade formando um verdadeiro 'arquipélago fluvial'. Com a deposição de sedimentos que, praticamente, impede a passagem da massa líquida de outrora.

Figura 67 – São Paulo de Olivença, 2019



Fonte: Google Earth, 2019, adaptada pelo autor

Observa-se então que o fluxo tende a se direcionar de forma mais incisiva para a orla da cidade atingindo e desencadeando vários processos erosivos na margem urbanizada do Solimões que está assentada sobre fácies de relevo pertencentes à unidade de paisagem das Colinas Dissecadas e Morros Baixos associados à Formação Solimões na zona de contato com a unidade das Planícies fluviais associadas aos Depósitos Aluvionares Holocênicos como pode ser observado na figura 68.

Figura 68 – Área atingida por processos erosivos em São Paulo de Olivença.



Fonte: Ribeiro, 15/11/2017.

Na figura 68 é possível ver parte do material erodido que se encontra depositado na base da margem, como também, é perceptível o poder que há na ocorrência das terras caídas, pois visualiza-se uma área com prédios abandonados e em risco de desabamento. Ressalta-se ainda a presença de duas canoas indicando a necessidade de se residir próximo ao rio para realizar diversas atividades como o deslocamento para outras áreas, pesca e transporte de mercadorias.

5.2 Os Desastres

Segundo informações passadas pelo Sr. Pedro Pereira da Silva (ex-coordenador da Defesa Civil no município) antes de 2010 não ocorreram grandes

movimentos de massa na margem do Solimões que atingissem a área urbana do município, apenas pequenos movimentos de massa na margem do rio durante a vazante. Baseado no que foi observado pela CPRM o ex-secretário concluiu que as causas das ações erosivas mais intensas que passaram a atingir o perímetro urbano relacionam-se à modificação do leito do rio em frente a cidade, pois o fluxo foi redirecionado para o canal no qual a cidade está assentada na margem, por conta do surgimento de praias que passaram a limitar e barrar o fluxo nos canais formados entre as ilhas localizadas em frente a cidade. Entre julho e outubro de 2010 ocorreram dois eventos de movimentos de massas que atingiram a orla da cidade:

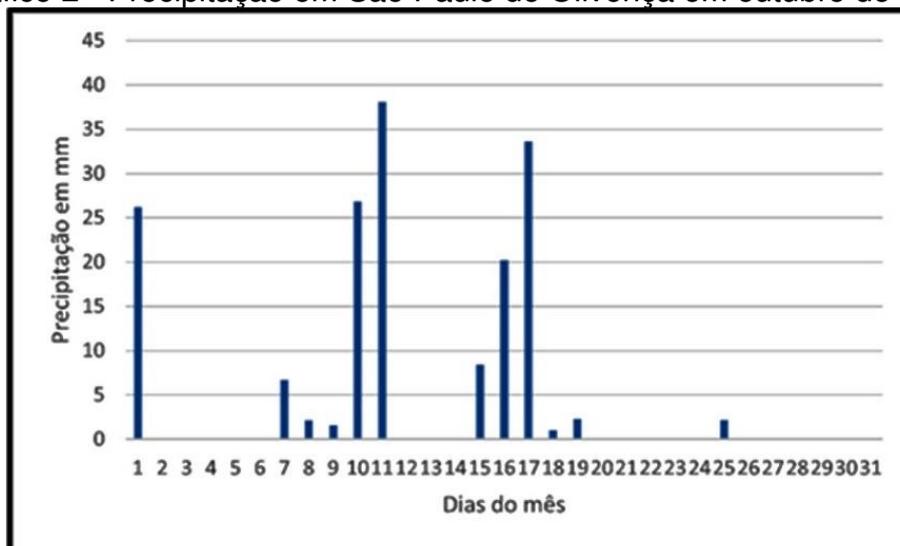
Os deslizamentos de grande magnitude começaram a partir de julho de 2010, ocasião em que o desastre atingiu diretamente 157 pessoas, entre crianças, adolescentes, adultos, idosos, incluindo mulheres grávidas, causando ainda, a destruição de 54 residências, sem nenhum registro de óbito em decorrência do evento, conforme AVADAN-AVALIAÇÃO DE DANOS, emitido em 18 de julho de 2010, e Decreto Municipal nº 080, de 23 de julho de 2010. (São Paulo de Olivença, 2018, p.10)

Para a população residente na cidade de São Paulo de Olivença foi algo fora do comum ver 54 residências serem atingidas pelas terras caídas, no entanto, o segundo evento foi mais catastrófico que o primeiro, deixando um verdadeiro rastro de destruição na área e a população em estado choque, pois,

Em 11 de outubro de 2010, o desastre se repetiu e desta vez as consequências foram mais graves, destruiu 80 residências, afetando diretamente cerca de 350 pessoas de todas as faixas-etárias, destruiu ainda, parcialmente, as ruas: 10 de Novembro – bairro Santa Terezinha; Duque de Caxias – bairro Benjamin Constant; e, Tenreiro Aranha – Benjamin Constant. (São Paulo de Olivença, 2018, p.10)

O evento ocorreu em um período de estiagem que atingiu o Estado do Amazonas, em especial a bacia do Solimões, com a maior vazante da história desse rio. Ocorreram duas precipitações, com volumes de 26,8 milímetros, no dia 10 de outubro, e 38,1 milímetros, durante a noite do dia 10 para o dia 11 (gráfico 2). O volume de água precipitado, provavelmente, infiltrou nas camadas superiores do solo, fragilizado pela exposição à radiação solar durante a estiagem, que, através da dilatação e contração, formou pequenas fendas nas camadas superficiais. Com a saturação dos poros e o peso nas camadas superiores por acúmulo da água e sobreposição dos imóveis, o material se deslocou em direção ao canal fluvial, ocasionando o desmoronamento de vários prédios.

Gráfico 2 - Precipitação em São Paulo de Olivença em outubro de 2010



Fonte: ANA, 2021, adaptado pelo autor.

O cenário se assemelhava a um local no qual ocorreu um abalo sísmico. As ruas cederam e com elas também cederam casas de alvenaria e de madeira, postes de iluminação pública e a tubulação da rede de abastecimento pública de água ficou exposta, assim como a tubulação dos esgotos residenciais (figura 69).

Figura 69 – Aspecto de rua após movimento de massa em 11 de outubro de 2010.



Fonte: Pedro Pereira da Silva, 2010.

Como pode ser observado na figura 70, é perceptível a participação da sociedade na ocorrência do desastre ao construir prédios residenciais e comerciais, rua asfaltada, entre outros equipamentos urbanos, em uma área na margem de um rio com vertente de inclinação acentuada, da qual houve a retirada de vegetação nativa, e caracterizada por processos erosivos recorrentes. Ressalta-se que esse desastre ocorreu na unidade de paisagem das Colinas Dissecadas e Morros Baixos associados à Formação Solimões.

Figura 70 – Rua após movimento de massa em 11 de outubro de 2010.



Fonte: Pedro Pereira da Silva, 2010.

Outra questão que deve ser observada é o descarte de água do esgoto doméstico diretamente no solo, adentrando na estrutura através da infiltração ou do escoamento direcionado para as fendas existentes e se deslocando no interior por percolação terminando por atingir camadas mais fragilizadas ou suscetíveis a uma rápida saturação por água. Trata-se do desenrolar de múltiplas interações entre processos naturais e sociais que estabeleceram uma situação de risco materializado no desastre. Casas que se encontravam em ruas alguns metros acima de outras ruas deslizaram sobre as ruas e outros imóveis que se localizavam abaixo já próximas à margem do rio Solimões (figura 71).

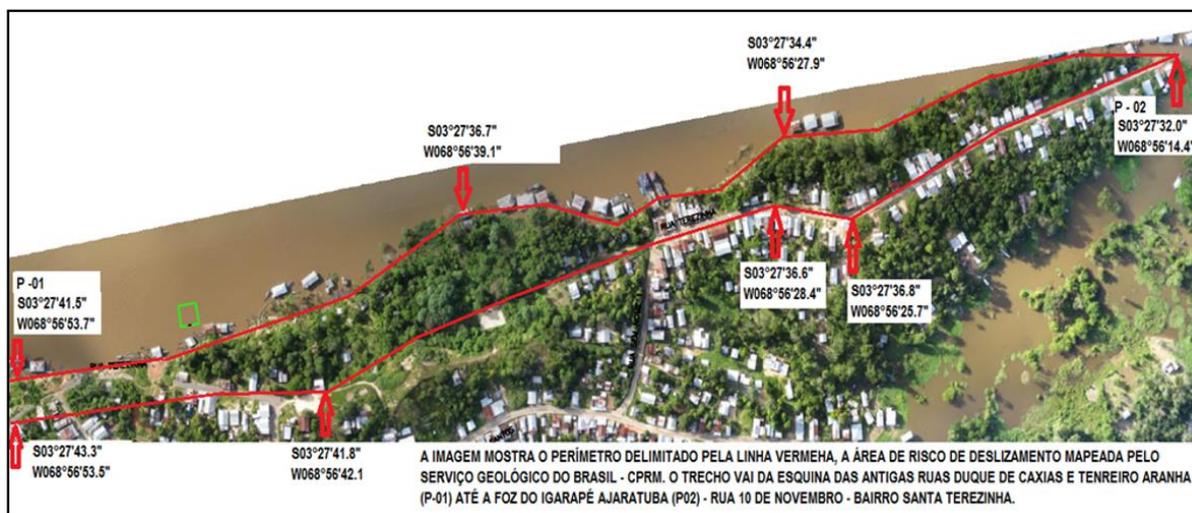
Figura 71 – Casas em risco de desabamento em 11 de outubro de 2010.



Fonte: Pedro Pereira da Silva, 2010.

Desde então a CPRM vem realizando o mapeamento das áreas de riscos em São Paulo de Olivença e acompanhando a ocorrência dos processos com o apoio da Prefeitura. Dessa forma foram delimitadas áreas de Áreas de Risco Alto e Muito Alto – Deslizamentos pela CPRM.

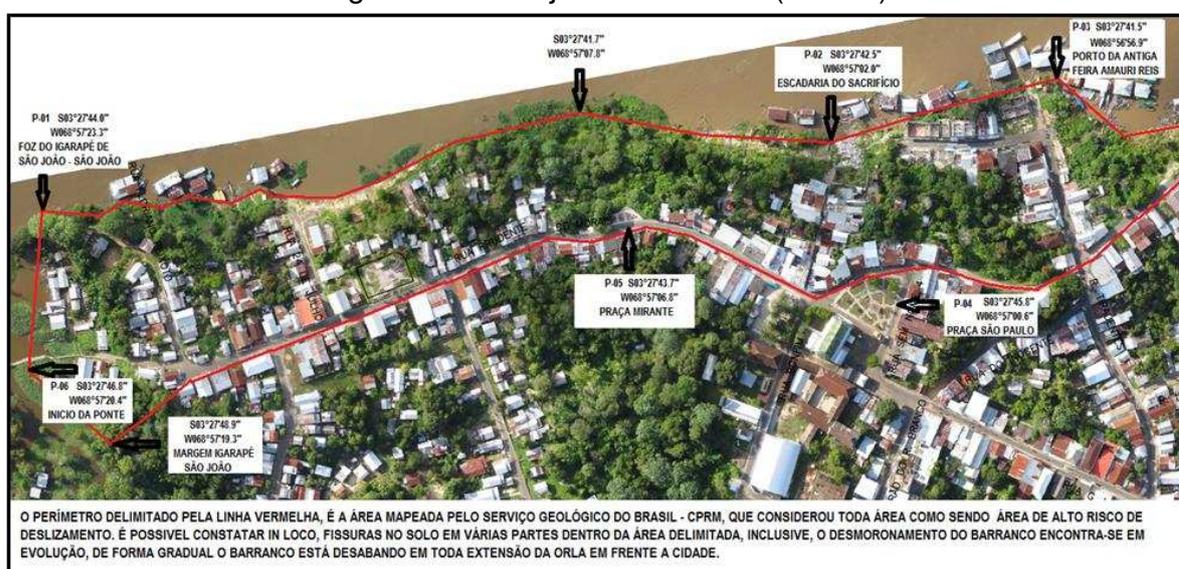
Figura 72 – Bairro Santa Terezinha (CPRM).



Fonte: São Paulo de Olivença, 2018.

Nessa área do Bairro Santa Terezinha (figura 72), segundo dados da CPRM, havia em 2018, 26 famílias em risco, totalizando 143 pessoas (São Paulo de Olivença, 2018.). Com base nesses dados a Secretaria Municipal de Proteção e Defesa Civil fez um Relatório Sobre Ocupação de Área de Risco - Inundação e Deslizamento com delimitação de áreas afetadas ampliando as áreas de riscos em função também da inundação tendo em vista que a área sofre influência das cheias do rio Solimões e do igarapé Ajaratuba. Sendo assim, o número de famílias em área de risco de inundação no bairro Santa Terezinha, de acordo com a prefeitura era correspondente à 50 e o de pessoas eram 305 (São Paulo de Olivença, 2018).

Figura 73 – Benjamin Constant (CPRM)

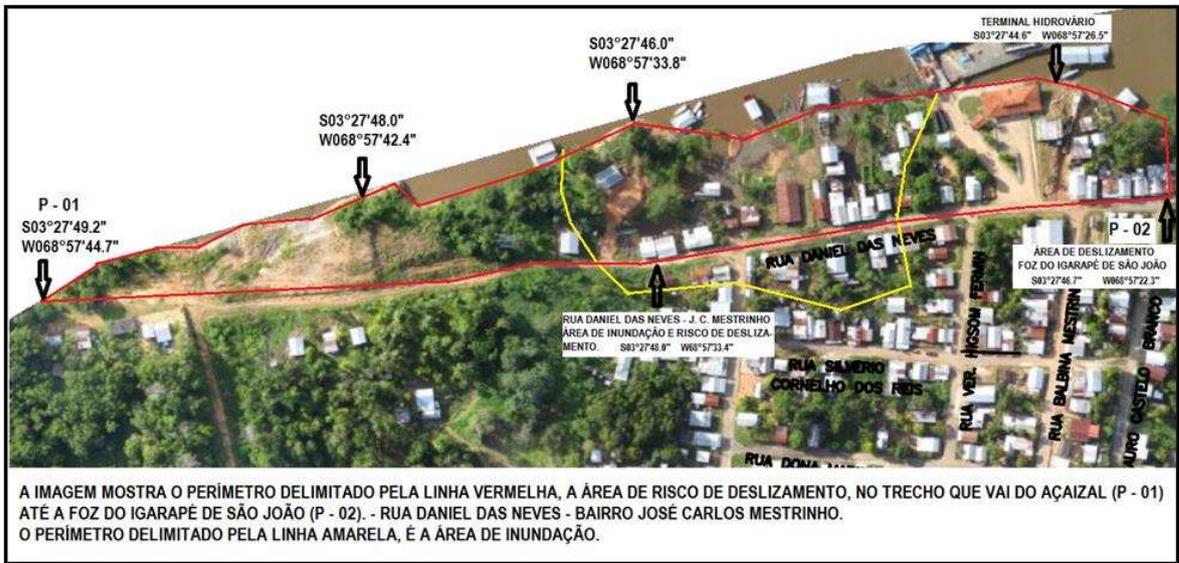


Fonte: São Paulo de Olivença, 2018.

No bairro Benjamin Constant (figura 73), 41 famílias se encontravam em risco alto e muito alto de deslizamentos enquanto o número de pessoas era de 200 de acordo com a CPRM, não havendo correspondência nos dados de riscos de inundações no relatório da prefeitura (São Paulo de Olivença, 2018).

Para o bairro José Carlos Mestrinho (figura 74) a CPRM informou um número de 41 famílias e 200 pessoas afetadas pelos riscos de deslizamentos. Já a prefeitura informou a existência de 17 famílias e 87 pessoas atingidas pelos riscos de cheia no ano de 2018 (São Paulo de Olivença, 2018).

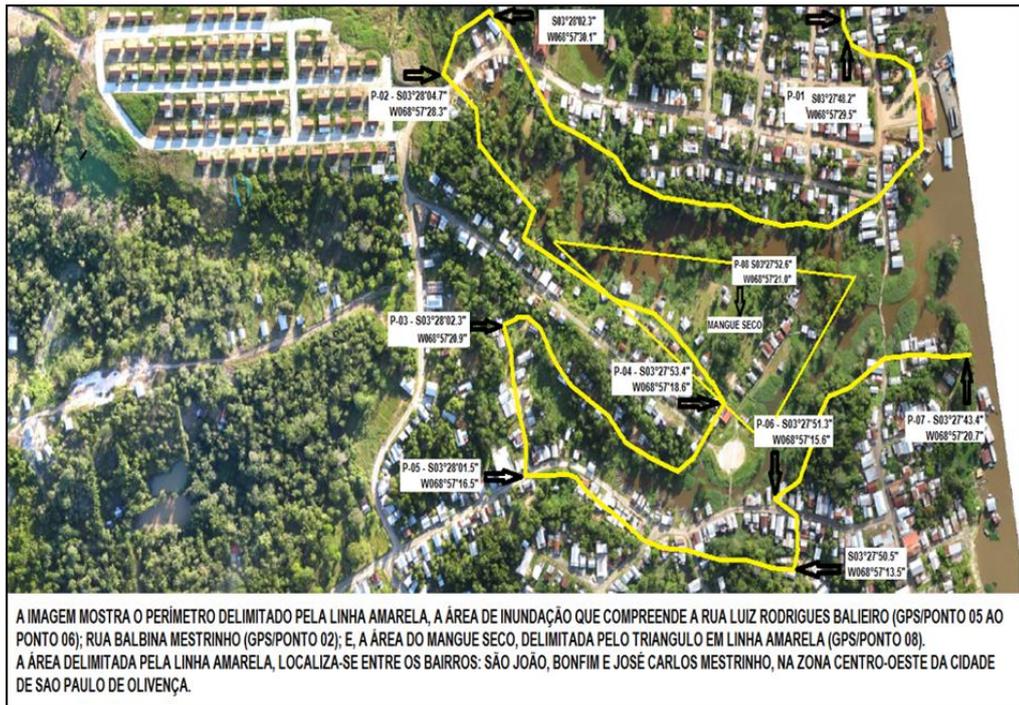
Figura 74 – Bairro José Carlos Mestrinho (CPRM)



Fonte: São Paulo de Olivença, 2018.

A prefeitura de São Paulo de Olivença ainda delimitou uma área que estaria na intercessão de três bairros: São João, Bonfim e José Carlos Mestrinho (figura 75) a qual estaria sujeita à ocorrência de inundações em função das cheias do rio Solimões afetando um contingente de 284 pessoas e 53 famílias (São Paulo de Olivença, 2018).

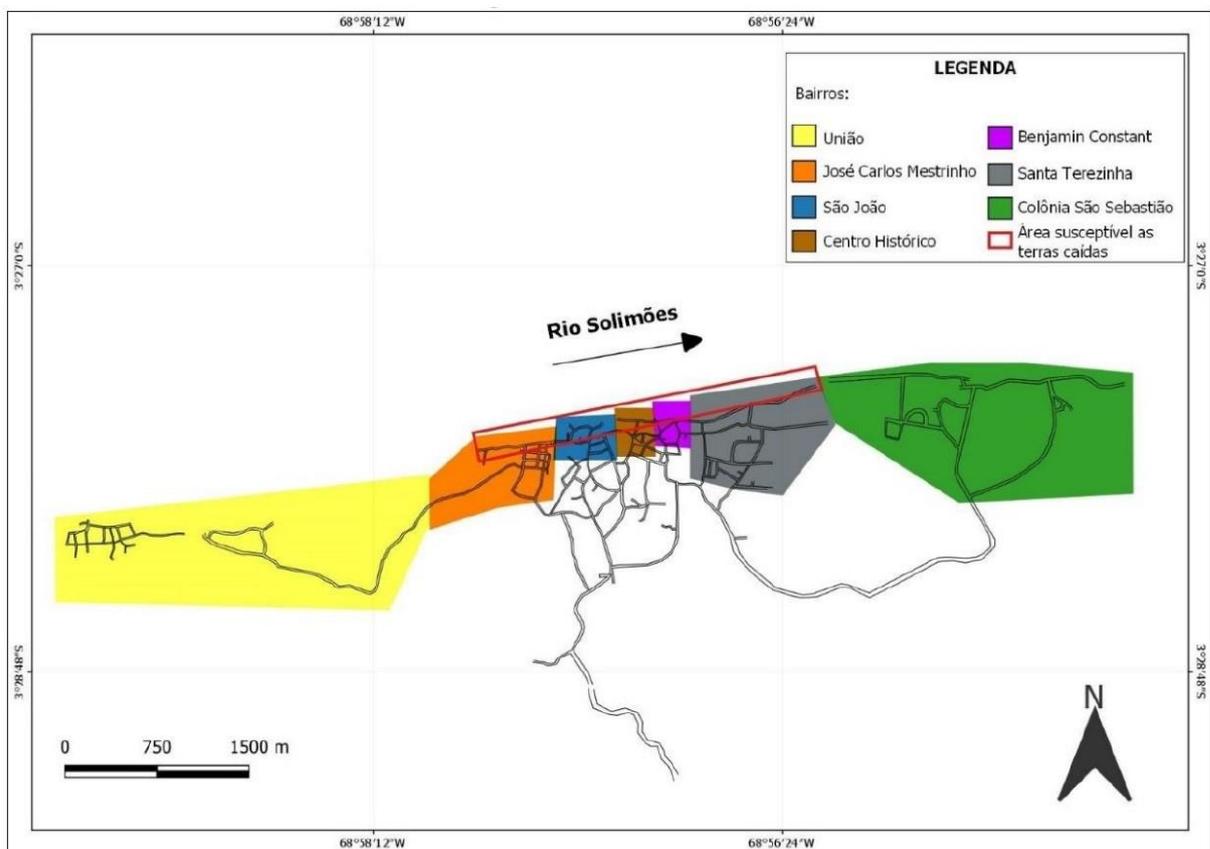
Figura 75 – Áreas de inundações, zona urbana, bairros: São João/Bonfim e José Carlos Mestrinho



Fonte: São Paulo de Olivença, 2018.

No ano de 2017, Reis concluiu uma dissertação de Mestrado intitulada: “Cidades Ribeirinhas da Amazônia: a relação entre produção do espaço urbano e a dinâmica fluvial na cidade de São Paulo de Olivença-AM, Brasil” na qual constituiu uma relação entre o desenvolvimento urbano e a expansão urbana de São Paulo de Olivença aos aspectos da dinâmica fluvial local, especialmente às terras caídas. Sendo assim, o referido autor tratou com certa ênfase os aspectos erosivos do rio Solimões ressaltados pela ocorrência de eventos das terras caídas a partir de 2010.

Figura 76 – Bairros atingidos pelas terras caídas em São Paulo de Olivença.



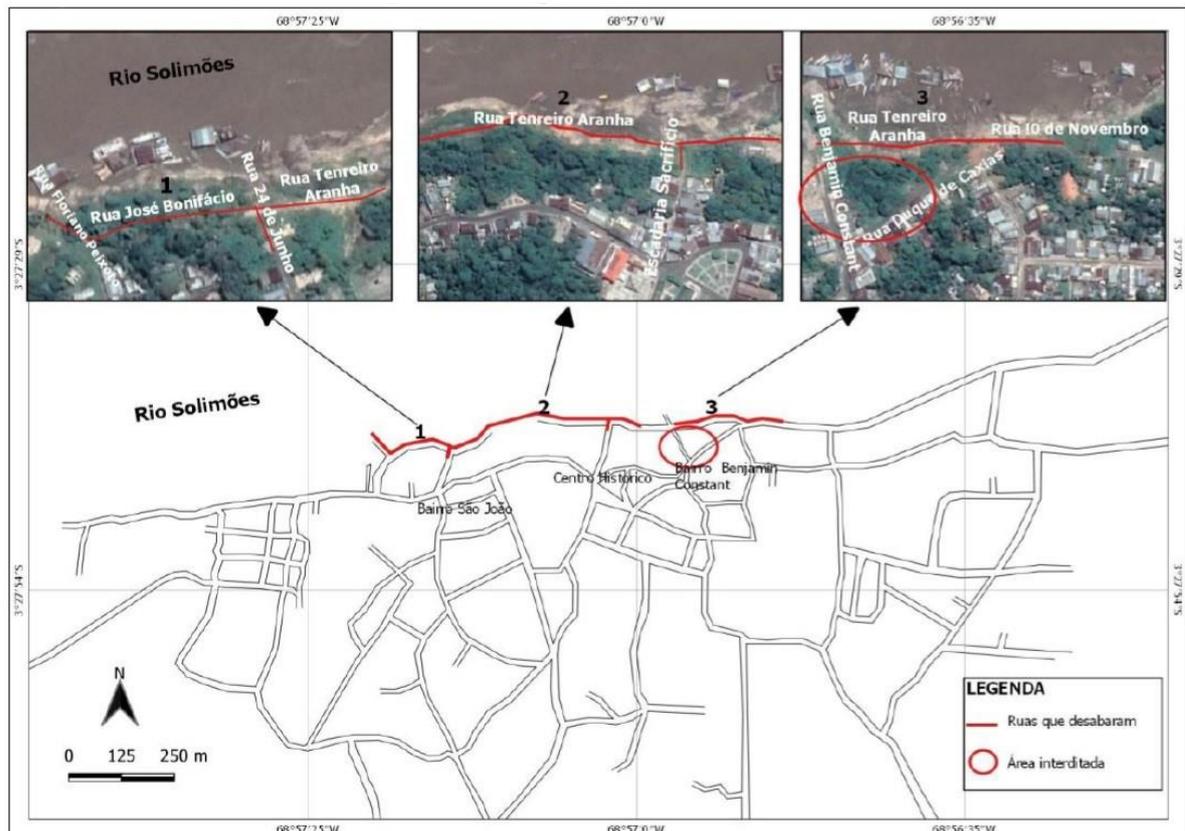
Fonte: Reis, 2022.

Através da figura 76, um mapa elaborado por Reis (2010), pode-se observar com clareza quais os bairros de São Paulo de Olivença foram atingidos pelos processos erosivos a partir do ano de 2010:

1. José Carlos Mestrinho
2. São João
3. Centro histórico
4. Benjamin Constant
5. Santa Teresinha

Reis (2017) apontou ainda quais ruas foram atingidas pelos processos erosivos. Observa-se a partir da figura 77 que as ruas José Bonifácio, Tenreiro Aranha e 10 de novembro foram as que mais sofreram danos, havendo praticamente a destruição completa das ruas como decorrência das Terras Caídas por conta da disposição em paralelo ao rio Solimões. No entanto outras ruas foram atingidas com menores danos: Floriano Peixoto, 24 de Junho, Benjamin Constant, Duque de Caxias e a Escadaria do Sacrifício. Ressalta-se que essas ruas não são paralelas ao Solimões, mas, tinham início em suas margens e adentram na cidade, por isso não foram completamente destruídas.

Figura 77 – As principais ruas atingidas pelos processos erosivos



Fonte: Reis, 2022.

Para o ano de 2024 a perda de parte do arruamento urbano na sede de São Paulo de Olivença continua. As ruas que se iniciavam no rio Solimões e adentravam na cidade continuam perdendo áreas por conta da erosão e novas ruas paralelas próximas ao rio entraram no perímetro das áreas de risco delimitadas pela Defesa Civil.

5.3 Pós-evento de 2010

Visando a segurança das pessoas, os órgãos competentes, após o evento em questão, proibiram o retorno, a venda ou a troca do imóvel ou de qualquer terreno na área afetada (Terras..., 2019). Os residentes em situação de vulnerabilidade ficaram na dependência da Defesa Civil e da Prefeitura, foram transferidos para escolas e aguardaram realocação com pagamento de aluguel social. Posteriormente foram construídos dois conjuntos habitacionais através de parcerias entre a prefeitura de São Paulo de Olivença e Governo do Estado do Amazonas, nos quais, parte da população desalojada foi realocada.

A partir de 2010 os eventos de terras caídas se tornaram constantes, ocorrendo anualmente, sendo assim, podem ser enquadrados como cíclicos. Geralmente, os eventos ocorrem no início da vazante do rio Solimões entre julho e setembro, mas não estão restritos a esse período. Movimentos de massa têm acontecido durante o período de cheia do rio Solimões que no primeiro semestre.

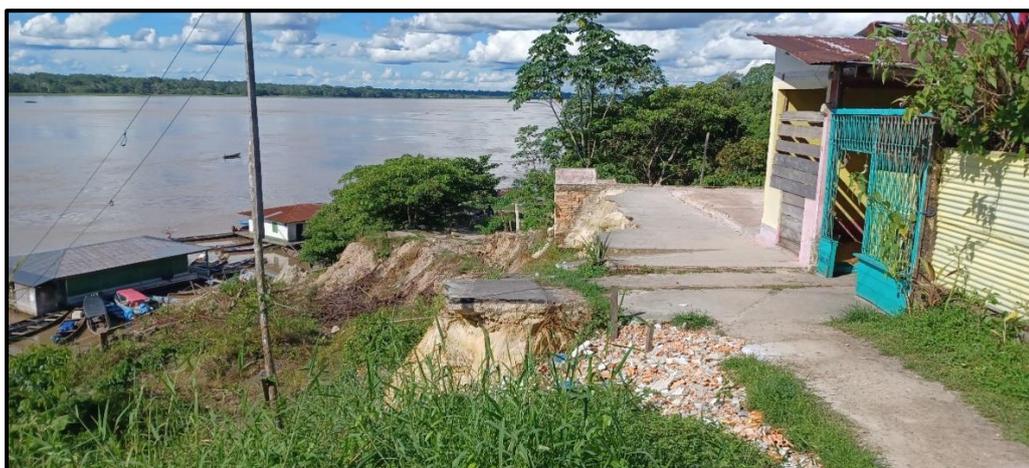
Figura 78 – Rua 10 de Novembro em 25.03.2022



Fonte: autor, 26/03/2022.

No dia 25 de março de 2022 um trecho asfaltado da rua Duque de Caxias que se encontrava na área de risco cedeu em frente a uma residência (figura 79) que, na data do evento, ainda estava ocupada mesmo com a pressão dos órgãos competentes para que as pessoas saíssem da área.

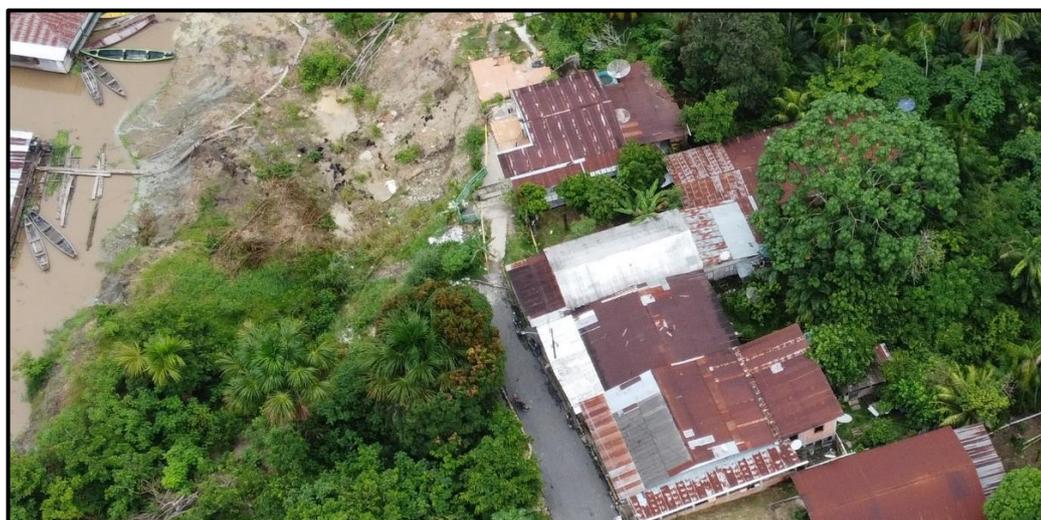
Figura 79 – Rua 10 de Novembro em 18.04.2023



Fonte: autor, 18/04/2023.

A figura 79 apresenta o mesmo local da figura 78 praticamente 1 ano depois do ocorrido e os movimentos de massa continuam ativos, tendo em vista que só é possível observar um pequeno resquício do asfalto que existia na área. O chão cimentado nada mais é do que o piso da área coberta da casa apresentada na figura 78. Claramente ainda havia moradores no imóvel.

Figura 80 – Rua 10 de Novembro em 10.03.2024



Fonte: autor, 10/03/2024

Na figura 80 é possível observar que a erosão avançou sobre a mesma área, porém, com menor intensidade tendo em vista que a diferença entre as fotos é de praticamente 1 ano. No entanto, pessoas continuam residindo na área que integra a unidade de paisagem das Colinas Dissecadas e Morros Baixos associados à Formação Solimões

5.4 A situação dos peruanos

São Paulo de Olivença, assim como os municípios de Tabatinga e Benjamim Constant que se localizam na fronteira do Brasil com o Peru, recebem peruanos que migram para o Brasil em busca de melhores condições de vida para suas famílias. No entanto, no caso do município alvo da presente tese, a situação se tornou de certa forma dramática em função dos problemas ocasionados pelas terras caídas que demandaram medidas drásticas em prol da segurança da população como a retirada dos residentes das áreas de riscos.

Com a retirada das famílias surgiram novos problemas nas áreas de riscos. Alguns moradores insistiram em permanecer na área pois afirmavam que vendiam legumes, verduras e frutas em uma rua que era denominada rua da feira e que parte dela foi destruída pelos eventos de 2010 e 2016. A prefeitura construiu um novo local para que essas famílias pudessem vender seus produtos e dessa forma conseguiu retirá-las da área de risco. No entanto, enquanto isso ocorreu, o processo erosivo ocasionado pelo Solimões continuou atingindo a orla da cidade e novos espaços foram incorporados às áreas de risco em função das possibilidades de ocorrência de novos desmoronamentos. A partir dessa situação a prefeitura foi realocando residentes em outros espaços da cidade ao retirá-los de suas casas que se encontravam nas áreas de riscos.

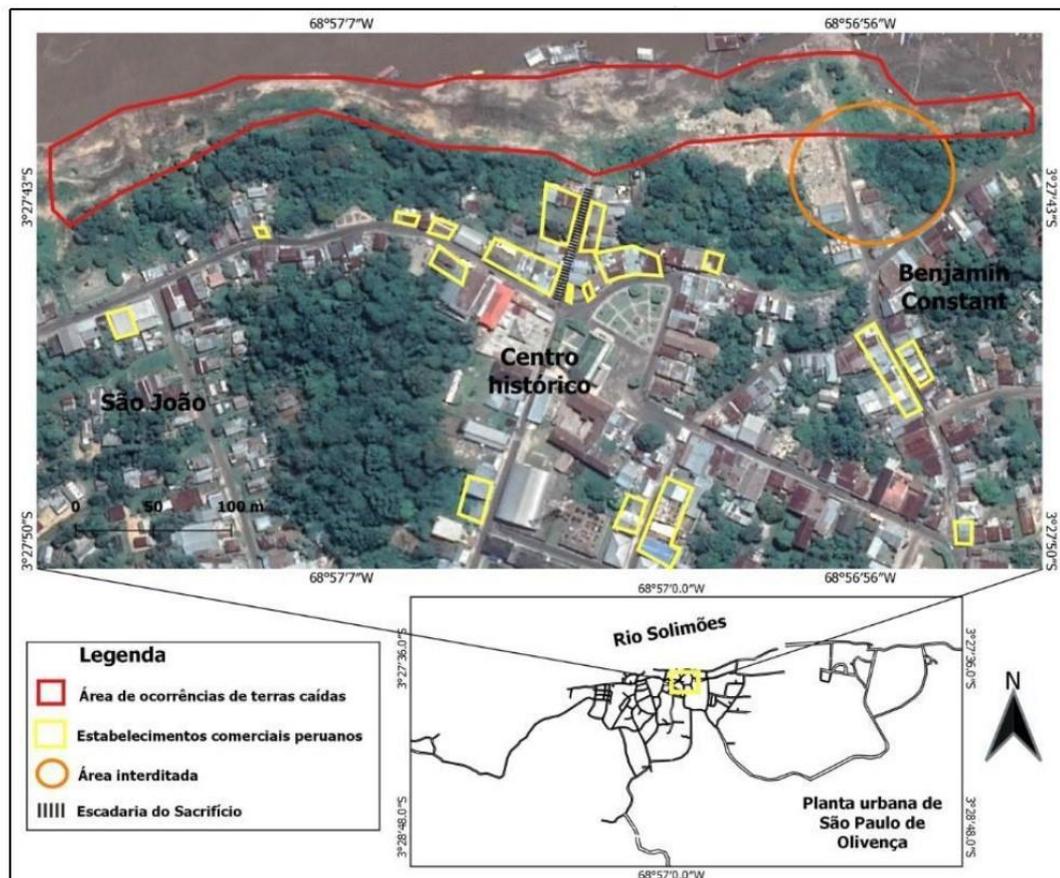
Porém, imigrantes peruanos foram ocupando as casas em risco a partir do pagamento de aluguel aos que saíram das casas. Outros construíram residências de madeira nas áreas de risco. Paralelo à ocupação, os peruanos passaram a vender roupas, calçados e diversos utensílios na rua da qual a prefeitura havia retirado os brasileiros.

A defesa civil solicitou aos peruanos que não vendessem frutas, legumes e verduras, pois haveria problema com os brasileiros que foram retirados da área e levados a vender seus produtos em outro ponto da cidade. Os peruanos não

atenderam à solicitação. Ao mesmo tempo, a justiça foi acionada, para que eles desocupassem a área por se tratar de área de risco. Por todos serem imigrantes ilegais, nenhuma família teria o direito de obter uma casa com terreno pela prefeitura. Começou assim um novo embate por conta da área de risco das terras caídas, pois os peruanos não queriam sair do local. Receberam o apoio da Igreja Católica que, terminou por realizar um diálogo falho com os órgãos envolvidos na situação, por desconhecimento do contexto ou das leis, fato que causou muitos transtornos ao processo de desocupação por parte dos peruanos das áreas de riscos nas margens do Solimões.

No entanto, “(...) à medida que a erosão de margens vai atingindo a Rua Tenreiro Aranha e a Escadaria do Sacrifício, os comerciantes em sua maioria peruanos vão se deslocando para outras ruas, principalmente para a área do Centro histórico da cidade (...)” (Reis, 2022, p. 106). Como essas ruas são as mais movimentadas eles terminaram por firmar seus comércios nelas (figura 81). Mas, deve-se ressaltar que os comércios continuam próximos às áreas de risco.

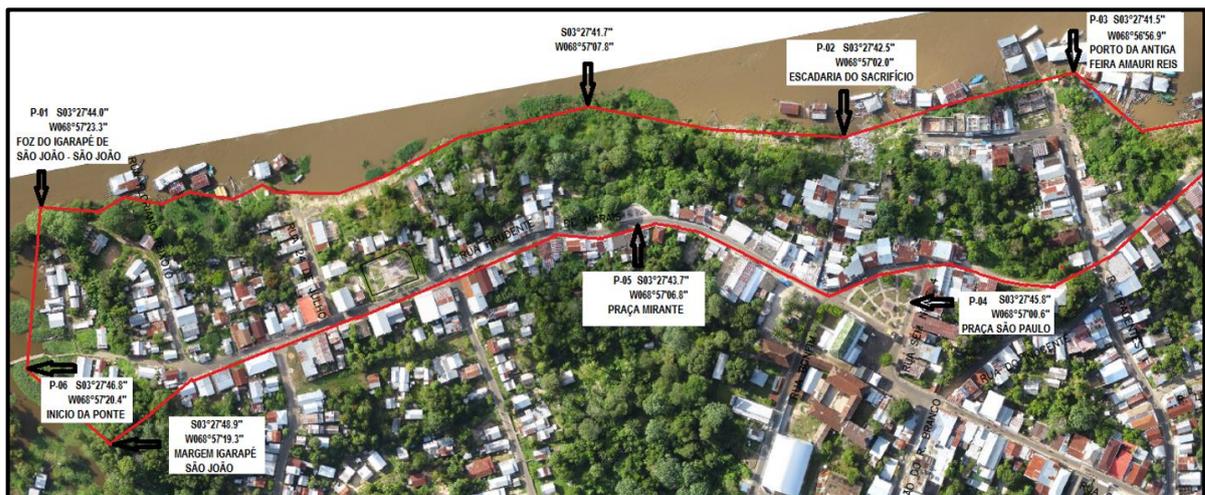
Figura 81: Localização dos estabelecimentos peruanos



Fonte: Reis, 2022.

Atualmente, esses locais nos quais eles residem e mantêm comércio em imóveis alugados, como pode ser observado na figura 82, estão inseridos nas áreas de risco, cabendo aqui um comparativo entre as figuras 82 e 83, com o qual tornam-se visíveis as localizações de vários imóveis de peruanos dentro das áreas de riscos delimitadas pela linha vermelha.

Figura 82: Área de risco delimitada pela CPRM.



Fonte: São Paulo de Olivença, 2018.

A figura 83, apresenta parte do centro histórico de São Paulo de Olivença que está inserido na área de alto risco de deslizamento. Apesar da linha e de imóveis que já perderam parte da infraestrutura ainda há vários comerciantes, inclusive peruanos, trabalhando com comércio na área delimitada.

Figura 83: Área de risco delimitada atualmente em que há comércios de peruanos.



Fonte: autor, 2024.

A partir dos usos dados a determinados espaços no perímetro urbano de São Paulo de Olivença e correlacionando-os com os eventos erosivos que continuam a ocorrer algumas considerações devem ser apresentadas:

- as áreas localizadas às margens do rio Solimões são extremamente suscetíveis aos intensos processos erosivos desencadeados em função da dinâmica fluvial que se modificou a partir do ano de 2010;
- essas mesmas áreas eram e ainda são ocupadas por diversos equipamentos urbanos como casas, prédios comerciais, hotéis, ruas asfaltadas, postes de distribuição de energia elétrica, tubulação de distribuição de água potável;
- relação entre os processos erosivos e os usos dados as áreas determinam que elas sejam impróprias para a ocupação por apresentarem uma elevada suscetibilidade aos eventos de erosão.

5.5 A situação da população que foi deslocada

Com o desastre ocorrido em 2010 a população atingida foi cadastrada e retirada da área de risco. Na medida que novos deslizamentos foram ocorrendo ao longo dos últimos 24 anos e novas pessoas foram atingidas, a prefeitura buscou ajudar a população, com transferência para dois conjuntos habitacionais, antes foram pagos aluguéis sociais para vários desabrigados e outros preferiram ir para as casas de parentes. Posteriormente, com apoio do governo do estado do Amazonas, foi construído um conjunto habitacional (figura 84-A) que recebeu famílias que foram desalojadas em 2010. O bairro se chama Conjunto Residencial Olivença. E, segundo os moradores enfrenta diversos problemas na área.

O morador A.G.P. de 61 anos, que inicialmente foi morar de aluguel e posteriormente foi para o conjunto, informou que não há drenagem da água pluvial; que o local está afastado do Centro da cidade e não tem transporte.

A moradora do conjunto J.M.S. afirmou que os problemas do bairro estão relacionados à venda de drogas, roubos, vizinhos com som alto no final de semana.

A moradora L.M.S.G. de 41 anos afirmou que a casa foi feita do lado do esgoto, as casas têm uma fossa pequena que não serve pois, logo enche e as

peças ligaram o esgoto do banheiro à rua. Outra questão é que tem água, pois não tem vazão, então sempre falta água.

Figura 84: Conjunto habitacional construído para os desabrigados.



Fonte: autor, 2024.

Na figura 84-B é possível ver as casas entregues aos desalojados pelas terras caídas. São casas geminadas e os moradores, como A.G.P. reclamam do tamanho da casa, pois a casa anterior destruída pela erosão ou demolida pela prefeitura era maior do que a casa que receberam. Um segundo conjunto residencial foi construído pela prefeitura posteriormente e mais desalojados receberam novas casas. É importante destacar que os dois conjuntos foram construídos na unidade de paisagem das Colinas Dissecadas e Morros Baixos associados à Formação Solimões, porém, distantes das margens erosivas do rio.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

São Paulo de Olivença encontra-se no oeste do Estado do Amazonas no qual sua sede surgiu e se desenvolveu na margem direita do rio Solimões, dessa forma, foi essencial compreender como são os aspectos geológicos, hidrológicos, morfológicos, climáticos, dos solos e da flora nas escalas regional e local e, então, verificou-se que os riscos associados às possibilidades da ocorrência de desastres relacionados aos processos erosivos e movimentos de massa se encontram intimamente ligados às características naturais das paisagens locais. Por tratar-se de um município localizado na região amazônica e apresentar um processo de ocupação associado ao Solimões, São Paulo de Olivença apresenta como áreas suscetíveis aos riscos e desastres relacionados às terras caídas, principalmente, às formas de relevo que apresentam fácies margeando o rio e, nas quais, parte da população está assentada.

Sendo assim, foram delimitadas e caracterizadas sete unidades de paisagem presentes no município de São Paulo de Olivença: Colinas dissecadas e morros baixos associados à Formação Solimões; Colinas dissecadas e morros baixos associados à Formação Içá; Colinas amplas e suaves associadas à Formação Içá; Planícies fluviais associadas aos Depósitos Aluvionares Holocênicos; Tabuleiros associados aos Terraços Holocênicos; Tabuleiros dissecados associados à Formação Içá; Terraços Fluviais associados à Formação Solimões.

Na medida em que as unidades de paisagens foram delimitadas e caracterizadas, foi possível estabelecer quais delas são suscetíveis aos riscos e desastres relacionados às terras caídas chegando-se à consideração de que, na sede de São Paulo de Olivença, as fácies das Colinas dissecadas e morros baixos associados à Formação Solimões em contato direto com o canal fluvial não são passíveis de usos por conta do elevado risco de deslizamento, impedindo que qualquer tipo de atividade humana.

Nos últimos quarenta anos houve um incremento populacional urbano e associado uma expansão da cidade rumo à floresta, mas, também nas margens do Solimões à montante e à jusante, considerando o centro histórico da cidade como referência. Esse crescimento urbano foi desordenado, não respeitando os parâmetros relacionados ao tipo de relevo sobre o qual a cidade está assentada ou

à proximidade do rio. Dessa forma um contingente populacional passou a ocupar uma área imprópria por estar associada aos processos erosivos e de movimentos de massa promovidos pelo Solimões.

Decorrente da presença da população e dos usos dados às áreas marginais por ela, a prefeitura passou a dotar os bairros com equipamentos urbanos como rede de distribuição de energia elétrica com postes, asfalto nas ruas e tubulação de distribuição de água potável. A população cada vez mais passou a exercer pressão sobre a área com a construção de mais residências e prédios comerciais e, concomitantemente, terminou se expondo aos riscos de ocorrência das terras caídas que, em determinado momento do ano de 2010, se concretizou na forma de um desastre, demonstrando que os habitantes da área se encontravam em uma condição de vulnerabilidade em relação ao evento que ocorreu. Vulnerabilidade expressa nos dados de órgãos como IBGE que apresentam a população com baixa escolaridade, baixa renda, pouca oferta de trabalho e forte dependência dos órgãos de gestão pública. Atualmente, a cidade tem crescido em direção à floresta no sentido sul e, dessa forma, se distanciado do Solimões, apesar de que, é impossível abandonar uma relação de dependência com o rio, tendo em vista que a economia da cidade necessita fortemente dos usos dados ao rio.

São Paulo de Olivença apresenta na sede urbana do município outro risco menos impactante, mas que exige cuidados emergenciais. São os riscos relacionados às cheias anuais do rio Solimões, durante as quais suas águas adentram nos canais e nas planícies fluviais dos dois principais igarapés que cruzam áreas urbanas na cidade: o Inaquetê e o Ajaratuba. A população ribeirinha já está adaptada ao vai e vem das águas dos rios, construindo suas habitações na forma de palafitas. No entanto, com o crescimento desordenado da cidade de São Paulo de Olivença, cada vez mais se eleva a pressão por ocupação das áreas dos dois igarapés. Os órgãos gestores, visando atender os anseios da população, dotam a área com ruas calçadas, pontes de madeira, postes de eletricidade e rede de distribuição de água tratada. Dessa forma mais pessoas tendem a ocupar a área, elevando o quantitativo dos residentes atingidos pelas cheias anuais.

Por conta dessa situação propõe-se algumas medidas que visem reduzir os danos que possam ser causados à população e aos órgãos gestores:

- a) Delimitação de zonas de segurança para além das áreas de riscos, sejam relacionadas às terras caídas ou às cheias do rio Solimões.

- b) Realização de cursos de curta duração visando dotar a população com condições de prevenir e agir caso ocorram eventos de terras caídas e cheias do rio Solimões.
- c) Realização de atividades e cursos nas escolas, com as crianças e adolescentes, voltados para o entendimento, prevenção e ação no tocante a ocorrência de eventos relacionados às terras caídas e cheias do rio Solimões.
- d) Deslocamento da população que se encontra nas áreas de riscos para áreas com relativo distanciamento das margens erosivas.
- e) Planejamento de como se procederá com o centro histórico da cidade, já que a erosão e os movimentos de massa estão a poucos metros de prédios históricos e importantes para a cultura local.
- f) Firmar parcerias com instituições de ensino superior do estado do Amazonas, como a UEA - Universidade do Estado do Amazonas, para a realização de estudos ambientais, sociais, culturais e econômicos nas áreas atingidas pelas terras caídas e pelas cheias do Solimões visando dotar os órgãos gestores com dados sólidos para a tomada de decisões que visem a segurança da população local.

Por fim, as terras caídas são um conjunto de processos erosivos associados a movimentos de massa de ocorrência comum nas margens dos rios amazônicos. Vários fatores podem desencadear um evento; no entanto, um perímetro urbano que nasceu e cresceu de forma desordenada eleva o risco de ocorrência, bem como a magnitude e intensidade do episódio. Tal situação torna-se um desastre quando a população em situação de vulnerabilidade é atingida na concretização do processo. Nesse sentido, as terras caídas que ocorrem na orla da sede do município de São Paulo de Olivença são verdadeiros desastres como resultado das interações entre processos sociais e naturais.

No ano de 2010 a região amazônica passou por um período de redução de precipitações fora do padrão. Tal situação fragilizou os solos na margem direita do rio Solimões em São Paulo de Olivença. Com a ocorrência de duas precipitações no mesmo dia, com valores de 26,8 e 38,1 milímetros, após vários dias de estiagem, foi desencadeada uma sequência de eventos que, associados ao processo de ocupação em área imprópria para tal fim, promoveu a ocorrência de um desastre sem vítimas fatais, mas com danos materiais, em que 510 habitantes e 131 imóveis

foram atingidos. Esse fato demonstra que os habitantes viviam em uma situação de vulnerabilidade perante os riscos de ocorrência de desastres associados às terras caídas.

A Defesa Civil sugeriu em 2018 a retirada de mais 1.000 habitantes e a interdição de mais 250 imóveis, tendo como base um estudo que considerou a ocorrência de outros eventos entre 2011 e 2018, demonstrando assim a continuidade do processo erosivo com caráter de desastre, bem como a exposição da população local aos riscos socioambientais urbanos. Os quantitativos de pessoas e prédios apresentados pela defesa civil deixam claro que os residentes se encontravam em condições de vulnerabilidades e sujeitos aos processos naturais recorrentes na área em que estavam assentados.

As terras caídas podem ser consideradas desastres quando, de alguma forma, estão associadas às populações residentes nas áreas de ocorrência, seja através de ações que contribuem com o desencadeamento de um evento ou dos danos sofridos decorrentes de um episódio – do contrário, são eventos naturais característicos da paisagem fluvial amazônica.

REFERÊNCIAS

AMAZONAS. **Amazonas em Mapas**. 4. ed. Ano base 2018. Manaus, 2020.

AMAZONASTUR – Empresa Estadual de Turismo do Amazonas. **Municípios**. Disponível em: <http://www.amazonastur.am.gov.br/municipios/>. Acesso em: 14 jul. 2020.

AQUINO, A. R. de; PALETTA, F. C.; ALMEIDA J.R. de. **Risco ambiental**. São Paulo: Blucher, 2017, 134 p.

ATLASBRASIL. São Paulo de Olivença, AM. 2010. Disponível em: www.atlasbrasil.org.br/perfil/municipio/130390#sec-habitacao. Acesso em: 10 de dez. de 2022.

BAAS, S.; Ramasamy, S.; DePryck, J.D.; Battista, F. **Disaster risk management systems analysis: a guide book**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2008. 68p. Environment and Natural Resources Management Series 13. Environment, Climate change, Bioenergy Monitoring and Assessment. *E-book*. Disponível em: <https://www.preventionweb.net/publication/disaster-risk-management-systems-analysis-guide-book>. Acesso em: 17 de jul. de 2023.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física global - Esboço Metodológico 13 - **Caderno de Ciências da Terra**. São Paulo, Instituto de Geografia, USP, 1972.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. **Caderno da Região Hidrográfica Amazônica**. Brasília: MMA, 2006.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. Secretaria de Desenvolvimento Territorial. **Perfil Territorial**. Mesorregião do Alto Solimões. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2015. Disponível em: http://sit.mda.gov.br/download/caderno/caderno_territorial_165_Mesorregi%C3%83%C2%A3o%20Alto%20Solim%C3%83%C2%B5es%20-%20AM.pdf. Acesso em: 08 de dez. de 2021.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Instrução Normativa**, nº 2, de 20 de dezembro de 2016. Estabelece procedimentos e critérios para a decretação de situação de emergência ou estado de calamidade pública pelos Municípios, Estados e pelo Distrito Federal, e para o reconhecimento federal das situações de anormalidade decretadas pelos entes federativos e dá outras providências. 2016.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. Departamento de Prevenção e Preparação. **Glossário de proteção e defesa civil**. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2017.

CARVALHO, C. S. & GALVÃO, T (org). Ministério das Cidades/Cities Alliance **Prevenção de Riscos de Deslizamentos em Encostas**: Guia para Elaboração de Políticas Municipais. Brasília: Ministério das Cidades; Cities Alliance, 2006, 111 p.

CARVALHO, D. W. de. **Desastres ambientais e sua regulação jurídica**: deveres de prevenção, resposta e compensação ambiental. 2. ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2020.

CARVALHO, J. A. L. **Erosão nas margens do rio Amazonas**: o fenômeno das terras caídas e as implicações na vida dos moradores. Tese (Doutorado de Geografia) – Universidade Federal Fluminense, Programa de Pós-Graduação em Geografia-PPGEO/UFF- 2012, 185p.

CARVALHO, J.A.L.; CUNHA, S. B. Terras caídas e consequências sociais na costa do Miracauera, município de Itacoatiara- Amazonas, Brasil. **Revista Geográfica de América Central**. Número Especial EGAL, 2011- Costa Rica. II Semestre 2011, pp. 1-16.

CARVALHO, J.A.L.; CUNHA, S. B.; IGREJA, H.L.S.; CARNEIRO, D. de S. Episódio de Terras Caídas no Rio Amazonas: caso Costa da Águia, Parintins–Am. *In*: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 18, 2009, Campo Grande. **Anais...** Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2009. *E-book*. Disponível em: <http://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios>. Acesso em: 11 de fev. de 2014.

CASTRO. A. L. C. de. **Glossário de Defesa Civil estudos de riscos e medicina de desastres**. 5 ed. Brasília: Secretaria Nacional de Defesa Civil – SEDEC, 2009. 280 p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1981.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (2007). **Relatório de Vistoria do Evento Saracura/Costa da Águia Município de Parintins Estado do Amazonas**. Manaus, março de 2007. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/17867>. Acesso em: 30 de out. de 2021.

COSTA, J.B.S., BEMERGUY, R.L., HASUI, Y., BORGES, M.S., FERREIRA JÚNIOR, C.R.P.; BEZERRA, P.E.L.; COSTA, M.L.; FERNANDES, J.M.G. Neotectônica da região amazônica: aspectos tectônicos, geomorfológicos e deposicionais. **GEONOMOS**, 1996, 4 (2): 23-44. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/revistageonomos/article/view/11499>. Acesso em: 10 de nov. 2021.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Edgard Blücher, 1981, v.1.

DANTAS, M. E., MAIA, M. A. M. Compartimentação Geomorfológica. *In*: MAIA, M. A. M., MARMOS, J. L. (org.) **Geodiversidade do Estado do Amazonas**. Manaus: CPRM, 2010, p.115-124.

DAUPHINÉ, A.; PROVITOLLO, D. **Risques et catastrophes**. Observer, spatialiser, comprendre, gérer. 2e éd. Armand Colin: Paris, 2013. Collection U: Géographie.

DESCUBRA o rio Tapajós e sua imensidão ainda desconhecida. Portal Santarém. 27.02.2022. Disponível em:

<https://www.portalsantarem.com.br/noticias/conteudo/descubra-o-rio-tapajos-e-sua-imensidao-ainda-desconhecida/108339>. Acesso em: 10 de jan. de 2024.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Solos Tropicais**. Plintossolos Háplicos. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/sibcs/chave-do-sibcs/plintossolos/plintossolos-haplicos>. Acesso em: 28 de out. 2023.

FARIAS, Otto. Tabatinga (AM) sente tremor de terra registrado no Peru: abalo atingiu 8,1 graus. **Agência Brasil**. 26 de maio de 2019. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/radioagencia-nacional/geral/audio/2019-05/tabatinga-am-sente-tremor-de-terra-registrado-no-peru>. Acesso em: 15 de dez. de 2023.

FREITAS, F. T.; ALBUQUERQUE, A. R. ANÁLISE TEMPORAL SOBRE “TERRAS CAÍDAS” NO MÉDIO SOLIMÕES / COARI (AM) (análise temporal sobre “terras caídas” no Médio Solimões / Coari, Amazonas- Brasil). **Mercator**, Fortaleza, v. 11, n. 25, pág. 129 a 140, fev. 2012. ISSN 1984-2201. Disponível em: <http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/478>. Acesso em: 31 de out. 2021.

FREITAS, O. B. **Geodinâmica fluvial do rio Solimões**: análises e características do fenômeno de terras caídas na cidade de São Paulo de Olivença - Amazonas. 2020. 109 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Formação de Professores, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, São Gonçalo (RJ), 2020.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2008.

GUERRA, A. T. GUERRA, A. J. T. **Novo dicionário geológicogeomorfológico**. 8.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

HASUI, Y., CARNEIRO, C. D. R., FLÁVIO, F., ALMEIDA, M. de, BARTORELLI, A. **Geologia do Brasil**. São Paulo: Beca, 2012.

IGREJA, H. L. S., CARVALHO, J. A. L. de, FRANZINELLI, E. Aspectos das Terras Caídas na Região Amazônica. *In*: RABELLO, A. **Contribuições Teórico-metodológicas da Geografia Física**. Manaus: Editora da Universidade Federal do Amazonas, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Enciclopédia dos Municípios Brasileiros**. Rio de Janeiro: IBGE, 1952. Vol. XIV. Material cedido gratuitamente pelo: Governo do Estado do Amazonas. Secretaria de Cultura e Economia Criativa. Gerência de Acervos Digitais.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Mapa de Clima do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2002. Disponível em: https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/climatologia/mapas/brasil/Map_BR_clima_2002. Acesso em: 25 de jan. de 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA**. 2010. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1495#resultado>. Acesso em: 09 mai. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA**. 2010. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3451#resultado>. Acesso em: 09 mai. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA**. 2010. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1552#resultado>. Acesso em: 09 mai. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA**. 2010. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/1301#resultado>. Acesso em: 09 mai. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA**. 2010. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/1699#resultado>. Acesso em: 09 mai. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA**. 2010. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/1161#resultado>. Acesso em: 09 mai. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA**. 2010. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3901#resultado>. Acesso em: 19 mai. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades. São Paulo de Olivença**. 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/sao-paulo-de-olivencia/panorama>. Acesso em: 12 de jun. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

JUSTINIANO, E. F. Técnicas de fotografia. In VENTURI, L. A. B. (org.). **Geografia: práticas de campo, laboratório e sala de aula**. São Paulo: editora Sarandi, 2010.

KARINA, Pinheiro. Acre é atingido por dois terremotos nas últimas 24 horas. **Agência Cenarium**. 28 de março de 2024. Disponível em: <https://agenciacenarium.com.br/acre-e-atingido-por-dois-terremotos-nas-ultimas-24-horas/>. Acesso em: 05 de abr. de 2024.

KOBIYAMA, M. *et al.* **Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos**. Curitiba: Ed. Organic Trading, 2006. 109p.

LABADESSA, A. S. “Terras Caídas”, as causas naturais e antrópicas: uma ocorrência na comunidade de São Carlos – Médio Madeira/RO. **Geoinjá: Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia Maringá**, v. 3, n. 1, p. 45-61, 2011, ISSN 2175-862X (on-line). Disponível em:

<https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/Geoinga/article/view/49156/751375140350>. Acesso em: 28 de out. de 2021.

LABADESSA, A. S. “Terras caídas”, as causas e implicações socioeconômicas: uma análise preliminar na comunidade de Calama – baixo rio Madeira/ RO. **Boletim Paranaense de Geociências**, [S.l.], v. 71, out. 2014. ISSN 0067-964X. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/geociencias/article/view/24930>. Acesso em: 01 nov. 2021.

LOURENÇO, L.; NUNES, A. (org.). **Catástrofes mistas: uma perspectiva ambiental**. Coimbra, 2019.

LUCHIARI, A.; KAWAKUBO, F. S.; MORATO, R. G. Técnicas de Sensoriamento Remoto. In VENTURI, L. A. B. (org.). **Geografia: práticas de campo, laboratório e sala de aula**. São Paulo: editora Sarandi, 2010.

MAIA, M. A. M.; TEIXEIRA, S. G.; MARMOS, J. L.; AGUIAR, C. J. B.; Shinzato, E. Geodiversidade: Adequabilidades/Potencialidades e Limitações Frente ao Uso e Ocupação. In: MAIA, M. A. M., MARMOS, J. L. (org.) **Geodiversidade do Estado do Amazonas**. Manaus: CPRM, 2010, p.115-124.

MAIA, Tião. Terremoto no Equador balança cidades do Acre e do Amazonas. **Contilnet**. 23 de setembro de 2021. Disponível em: <https://contilnetnoticias.com.br/2021/09/terremoto-no-equador-balanca-cidades-do-acre-e-do-amazonas/> Acesso em: 15 de mar. de 2024.

MARINHO, T. A. S.; PAULA, J. D.; RÍOS-VILLAMIZAR, E. A.; SCHÖNGART, J. Tipos de Áreas Úmidas Amazônicas. In: LOPES, A.; PIEDADE, M. T. F. (Editoras). **Conhecendo as áreas úmidas amazônicas: uma viagem pelas várzeas e igapós**. Manaus: Editora INPA, 2015, p.32-40.

MÁXIMO, Wellton. Região Norte registra maior tremor de terra da história do Brasil. **Agência Brasil**. 21 de janeiro de 2024. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2024-01/regiao-norte-registra-maior-tremor-de-terra-da-historia-do-brasil>. Acesso em: 10 de mar. 2024.

MENDONÇA, F.; BUFFON, E. A. M. Riscos híbridos. In: MENDONÇA, F. (org.). **Riscos híbridos: concepções e perspectivas socioambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2021. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. Oficina de Textos, 2007.

MIKOSIK, A. P. M. **Metodologia do trabalho de campo em geografia**. Curitiba: InterSaberes, 2020.

NASCIMENTO, F. R. do. **Degradação ambiental e desertificação no Nordeste Brasileiro: o contexto da bacia do rio Acaraú-Ceará**. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal Fluminense. Programa de Pós-graduação em Geografia, Niterói, 331p. Disponível em:

<https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/17217/2003%20D%20Flavio%20Rodrigues%20do%20Nascimento.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 11 de nov. de 2021.

NOVAIS, G. T. Tipologia da Classificação Climática Brasileira. *In*: NOVAIS, G. T. (org.). **Climas do Brasil**: classificação climática e aplicações. Porto Alegre, Totalbooks, 2023, p. 98-192. *E-book*. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/11Nzt_WSMtBJU2QrOt4WGR18iqq0vJEpM/view. Acesso em: 10 de jan. de 2024.

NOVO, Evelyn M. L. de M. Ambientes Fluviais. *In*: FLORENZANO, Tereza G. (org.). **Geomorfologia**: conceitos e técnicas atuais. São Paulo: Oficina de Textos, 2008, p. 219-246.

OLÍMPIO, J. L. S. **Análise multicritério do Risco de Desastres Naturais**: um estudo sobre a seca na região Nordeste do Brasil. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Manaus, 2022.

REIS, J. P. DA S. **Cidades Ribeirinhas da Amazônia**: a relação entre produção do espaço urbano e a dinâmica fluvial na cidade de São Paulo de Olivença-AM, Brasil. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Filosofia, Ciências Humanas e Sociais, Departamento de Geografia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Manaus, 2022. Disponível em: https://tede.ufam.edu.br/bitstream/tede/8788/4/Dissertação_JosimarReis_PPGEQG.pdf. Acesso em: 06 de out. de 2023.

REIS, N. J.; ALMEIDA, M. E. Arcabouço Geológico. *In*: MAIA, M. A. M.; MARMOS, J. L. (org.). **Geodiversidade do estado do Amazonas**. Manaus: CPRM, 2010, p.15-26.

RESPOSTANDO FOTOS ANTIGAS PARA PESQUISAS ESCOLARES. Disponível em: <https://www.facebook.com/photo.php?fbid=638353394997068&set=pb.100064672390490.-2207520000&type=3>. Acesso 05 de nov. de 2023.

RICCOMINI, C., *et al.* Processos fluviais e lacustres e seus registros. *In*: TEIXEIRA W., Toledo, M. C. M de, Fairchild, T. R., Taioli, F. **Decifrando a Terra**. São Paulo: Ed. Oficina de Texto, 2000, p.306-333.

RIO Negro já atinge a segunda maior cheia da história. **Clima Tempo**. 19.05.2021. Disponível em: <https://www.climatempo.com.br/noticia/2021/05/19/rio-negro-ja-atinge-a-segunda-maior-cheia-da-historia-9896>. Acesso em: 28 de nov. de 2023.

RODRIGUES, F. G. de S. Terras Caídas na Tríplice Fronteira: Influência Morfológica. *In*: Encontro Internacional de Ensino e Pesquisa em Ciências na Amazônia, 7, 2017, Tabatinga. **Anais...** Tabatinga: CESTB/UEA, 2017.
RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geoecologia das paisagens**: uma visão geossistêmica da análise ambiental. Fortaleza: Editora UFC, 2007.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, [S. l.], v. 8, p. 63-74, 2011. DOI: 10.7154/RDG.1994.0008.0006. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47327>. Acesso em: 23 de nov. de 2021.

SAITO, M. S.; SORIANO, E.; LONDE, L. de R. Desastres Naturais. *In*: SAUSEN, Tania Maria; LACRUZ, María Silva Pardi. (org.) **Sensoriamento Remoto Para Desastres**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

SANTOS, J. de O.; ROSS, J. L. S. Fragilidade Ambiental Urbana. **Revista da ANPEGE**, [S.l.], v. 8, n. 10, p. 127-144, jul. 2017. ISSN 1679-768X. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/anpege/article/view/6511/3503>. Acesso em: 23 de nov. de 2021. doi: <https://doi.org/10.5418/RA2012.0810.0009>.

SANTOS, R. F. (org.). **Vulnerabilidade Ambiental**. Desastres naturais ou fenômenos induzidos? Brasília: MMA, 2007.

SÃO PAULO DE OLIVENÇA. Defesa Civil do Município de São Paulo de Olivença. **Relatório Sobre Ocupação de Área de Risco - Inundação e Deslizamento**. São Paulo de Olivença, 10 de julho de 2018, 18p.

SERPA, A. **Por uma Geografia dos Espaços Vividos: Geografia e Fenomenologia**. São Paulo: Contexto, 2019.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM. **Setorização de Áreas em Alto e Muito Alto Risco a Movimentos de Massa, Enchentes e Inundações**. São Paulo de Olivença – Amazonas. Manaus: CPRM, 2018.

SOUZA, L. B.; ZANELLA, M. E. **Percepção de Riscos Ambientais: Teoria e Aplicações**. 2. ed. Fortaleza: Edições UFC, 2010, 240p. Coleção Estudos Geográficos 6.

STERNBERG, Hilgard O'Reilly. **A água e o homem na Várzea do Careiro**. 2. ed. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1998. Coleção Friedrich Katzer.

STEVAUX, J. C.; LATRUBESSE, E. M. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Oficina de Textos, 2017. (Coleção Geografia; v. 3/ organização Francisco de Assis Mendonça).

TEIXEIRA, W. G. *et al.* Solos. *In*: MAIA, M. A. M.; MARMOS, J. L. (org.). **Geodiversidade do estado do Amazonas**. Manaus: CPRM, 2010, p.71-86.

TERRAS caídas avançam em São Paulo de Olivença-AM. **Globo**. Manaus, 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/am/amazonas/videos/v/terras-caidas-avancam-em-sao-paulo-de-olivenca-am/7387734>. Acesso em: 19 jul. 2020.

TERREMOTO no Equador pôde ser sentido no Acre e Amazonas. **Portal Amazônia**. 22 fevereiro de 2019. Disponível em: <https://portalamazonia.com/noticias/cidades/terremoto-no-equador-pode-ser-sentido-no-acre-e-amazonas>. Acesso em: 15 de mar. de 2024.

TERREMOTO no Peru é sentido em Manaus e no interior do Amazonas. **Portal do Holanda**. 28 de novembro de 2021. Disponível em: <https://www.portaldoholanda.com.br/manaus/terremoto-no-peru-e-sentido-em-manaus-e-interior-do-amazonas#:~:text=Manaus%2FAM%20%E2%80%93%20terremoto%20de,Atalaia%20do%20Norte%20e%20Tabatinga>. Acesso em: 15 de dez. de 2023.

THYWISSEN, K. **Components of Risk**. A Comparative Glossary. UNU Institute for Environment and Human Security (UNU-EHS) - Bonn, Germany. Studies of the University: Research, Counsel, Education, Publication Series of UNU-EHS, No. 2/2006.

UNISDR – United Nations International Strategy for Disaster Reduction. 2009. **Terminología Sobre Reducción del Riesgo de Desastres**. *E-book*. Disponível em: https://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf. Acesso: 02 de ago. de 2021.

VESTENA, L. R. **Desnaturalização dos desastres**: em busca de comunidades resilientes. Curitiba: CVR, 2017.

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

VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

ZANELLA, M. E.; COSTA, M. C. L.; PANIZZA, A. de C.; ROSA, S. V. Vulnerabilidade Socioambiental de Fortaleza. *In*: COSTA, Maria Clélia Lustosa e DANTAS, Eustógio Wanderley Correia, [orgs.]. **Vulnerabilidade socioambiental na região metropolitana de Fortaleza**. Fortaleza: Edições UFC, 2009.

ZUQUETTE, L. **Riscos, desastres e eventos naturais perigosos**: aspectos conceituais na análise e estimativa de riscos. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.