



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS- UFAM**  
**INSTITUTO DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS-  
IFCHS**  
**DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA- DEGEOG**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA- PPGEOG**

---



**FABIAM CHOTA GOMES**

**PROCESSOS FLUVIAIS E IMPLICAÇÕES PORTUÁRIAS PARA  
AS CIDADES DE SÃO PAULO DE OLIVENÇA, AMATURÁ E  
SANTO ANTÔNIO DO IÇÁ, NA CALHA DO RIO SOLIMÕES-AM**

MANAUS-AM

2023

FABIAM CHOTA GOMES

**PROCESSOS FLUVIAIS E IMPLICAÇÕES PORTUÁRIAS PARA  
AS CIDADES DE SÃO PAULO DE OLIVENÇA, AMATURÁ E  
SANTO ANTÔNIO DO IÇÁ, NA CALHA DO RIO SOLIMÕES-AM**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Amazonas - UFAM, nível de Mestrado, como requisito para obtenção de título de Mestre em Geografia. Área de concentração: Domínios da Natureza na Amazônia.

Orientador

Prof. Dr. José Alberto Lima de Carvalho

PPGGEOG-UFAM

MANAUS - AM  
2023

## Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

G633p Gomes, Fabiam Chota  
Processos fluviais e implicações portuárias para as cidades de São Paulo de Olivença, Amaturá e Santo Antônio do Içá, na calha do rio Solimões-AM. / Fabiam Chota Gomes . 2023  
146 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: José Alberto Lima de Carvalho  
Dissertação (Geografia) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Implicações portuárias. 2. São Paulo de Olivença . 3. Amaturá.  
4. Santo Antônio do Içá . I. Carvalho, José Alberto Lima de. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

# PROCESSOS FLUVIAIS E IMPLICAÇÕES PORTUÁRIAS PARA AS CIDADES DE SÃO PAULO DE OLIVENÇA, AMATURÁ E SANTO ANTÔNIO DO IÇÁ, NA CALHA DO RIO SOLIMÕES-AM

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Amazonas - UFAM, nível de Mestrado, como requisito para obtenção de título de Mestre em Geografia. Área de concentração: Domínios da Natureza na Amazônia.

Aprovado em: 28/09/2023

Banca Examinadora



---

Prof. Dr. José Alberto Lima de Carvalho  
(Presidente - PPGEOG/UFAM)



---

Profa. Dra. Marília Gabriela Godim Rezende  
(Membro Titular Externo – PPGCTRA/UFAM)



---

Profa. Dra. Adoréa Rebello da Cunha Albuquerque  
(Membro Titular - PPGEOG/UFAM)

MANAUS - AM  
2023

## **AGRADECIMENTOS**

Quero agradecer a primeiramente a DEUS por ter mudado meu caminho, e ter me trazido onde estou hoje, e com sua benção irei ainda mais longe.

Obrigado meu DEUS!

Agradeço também:

Às pessoas que sempre me incentivaram dando-me perseverança para persistir e não desistir nos momentos de dificuldades que passei, encorajando-me e estimulando-me para continuar no percurso desta caminhada, sempre com retidão e comprometimento.

Aos meus pais, que sempre estiveram presente no meu cotidiano acadêmico dando-me força nessa caminhada.

Ao meu professor orientador Prof. Dr. José Alberto Lima de Carvalho, por me orientar de forma competente e atenciosa.

A Fundação de Amparo à pesquisa no Amazonas (FAPEAM), pelo financiamento desta pesquisa, sem os quais seria impossível sua realização.

Por fim, agradeço a todos e a todas que de alguma forma contribuíram para que esse objetivo fosse alcançado. A vocês o meu muito obrigado!

## ***OS ENCANTOS DO RIO SOLIMÕES***

*Em cada curva de sua viagem é perceptível sua beleza.*

*Beleza criada com a força contida em seu fluxo!*

*Moldando suas margens e desconstruindo barreiras.*

*No tocante de sua dinâmica, erodi, transporta e deposita.*

*Dá forma às belas praias que descansam em seu leito.*

*No rio solimões tudo tudo é perfeito!*

*Tão perfeito, que o céu azul refletindo em suas águas se torna um espetáculo incrível!*

*E quando alguém se banha em suas águas, o sentimento se torna inesquecível!*

*Por: Fabiam Chota Gomes, 2019.*

## RESUMO

A Geografia como ciência, tem objetivo de estudar o espaço geográfico e as relações nele estabelecidas, a percepção e entendimento das interações entre meio natural e os seres vivos tem papel fundamental para se obter conhecimentos e aplica-los na adequação da qualidade de vida em relação ao ambiente que ocupamos. Neste sentido o proposto trabalho se baseou na investigação de problemas relacionados às dinâmicas de margens fluviais, onde o tema estudado teve pertinência em conhecer e apresentar informações sobre processos fluviais e suas diferentes implicações nos perímetros ou zonas portuárias de três municípios que fazem parte da calha do Alto rio Solimões, sendo estes locais estritamente os portos que estão localizadas nos seguintes municípios: São Paulo de Olivença-AM/ Amaturá-AM/ Santo Antônio do Içá-AM. Levando em consideração que a investigação ocorre em zonas portuárias, é de notável importância conceituar o que seja “zona portuária” no contexto amazônico para com o presente estudo: seguindo esta maneira de raciocinar, as zonas portuárias citadas configuram todo perímetro marginal que é utilizado pelos munícipes para atracação de canoas, lanchas, barcos de médio e grande porte, onde correm seus devidos processos logísticos, isso em se tratando de embarque, desembarque de cargas e passageiros. Seguindo esta lógica, na calha do Rio Solimões, assim como em outros rios da bacia hidrográfica amazônica é perceptível a incidência de fenômenos que ocorrem em áreas afastadas (áreas rurais) dos municípios, e outros eventos atingem áreas habitadas (perímetro urbano), à vista disso foi cogitado promover uma análise feita a partir de uma subdivisão da geomorfologia, denominada geomorfologia urbana. No caso do estudo desenvolvido, ele foi concebido em âmbito fluvial, sendo assim o autor traz nomenclatura geomorfologia fluvial urbana conceituando eventos geomorfológicos fluviais em áreas urbanas no alto rio Solimões, processos e implicações que causam transtornos aos residentes nas sedes dos municípios, fenômenos estes se tratando de processos erosivos, deposição de sedimentos e alagação. Como parte importante no proposto trabalho, foi denotado que conseqüentemente estes processos fluviais fazem existir uma transformação morfológica que atua deflagrando transtornos sociais, econômicos e até emocionais às populações instaladas nestas localidades. Em decorrência das informações reunidas, pode ser inferido que para existir construções e possíveis obras de revitalização nas zonas portuária dos municípios, é necessário haver estudos característicos a estes problemas, trazendo propostas de investigar os processos fluviais, entendê-los, e através destes conhecimentos ofertar assistência técnica no processo de ocupação e assimilação do espaço, e de alguma forma ajudar a melhorar o processo das logísticas portuárias em relação a estas implicações.

**Palavras chaves:** Implicações Portuárias, São Paulo de Olivença, Amaturá, Santo Antônio do Içá.

## ABSTRACT

Geography as a science, aims to study the geographic space and the relationships established in it, the perception and understanding of the interactions between the natural environment and Man has a fundamental role in obtaining knowledge and applying it in the adequacy of the quality of life in relation to the environment. environment we occupy. In this sense, the proposed work is based on the investigation of problems related to the dynamics of river banks, where the subject to be studied is relevant in knowing and presenting information about river processes and their different implications in the perimeters or port areas of three municipalities that are part of the channel of the Upper Solimões river, these places being strictly the ports that are located in the following municipalities: São Paulo de Olivença-AM/ Amaturá-AM/ Santo Antônio do Içá-AM. Taking into account that the investigation takes place in port areas, it is of notable importance to conceptualize what a “port area” is in the Amazonian context for the present study: following this way of reasoning, the port areas mentioned configure the entire marginal perimeter that is used by the citizens for mooring canoes, speedboats, medium and large boats, where their due logistical processes run, this in terms of (boarding, unloading of cargo and passengers). Following this logic, in the channel of the Solimões River, as well as in other rivers of the Amazon hydrographic basin, the incidence of phenomena that occur in remote areas (rural areas) of the municipalities, and other events reach inhabited areas (urban perimeter), in sight In addition, it was considered to promote an analysis based on a subdivision of geomorphology, called (urban geomorphology). In the case of the study carried out, it was conceived in a fluvial scope, so the author brings nomenclature (urban fluvial geomorphology) conceptualizing fluvial geomorphological events in urban areas on the upper Solimões river, processes and implications that cause inconvenience to residents in the municipal headquarters, phenomena these dealing with erosion processes, deposition of sediments and flooding. As an important part of the proposed work, it was denoted that consequently these fluvial processes make a morphological transformation exist that acts triggering social, economic and even emotional disorders to the populations installed in these localities. As a result of the information gathered, it can be inferred that for there to be constructions and possible revitalization works in the port areas of the municipalities, it is necessary to have studies characteristic of these problems, bringing proposals to investigate the fluvial processes, to understand them, and through this knowledge to offer technical assistance in the process of occupying and assimilating the space, and in some way helping to improve the port logistics process in relation to these implications.

**Keywords:** Port implications, São Paulo de Olivença, Amaturá, Santo Antonio do Içá.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Municípios e localização das zonas portuárias. ....	19
Figura 2: Dinâmicas atuantes nos portos em estudo. ....	20
Figura 3: Aplicações da Teoria Geral dos Sistemas. ....	23
Figura 4: Interação entre o meio natural e o ser humano. ....	27
Figura 5: Sistemas antecedentes controladores. ....	30
Figura 6: Representação gráfica de processos de fluviais. ....	34
Figura 7: Processos fluviais atuantes ao longo do perfil longitudinal. ....	35
Figura 8: Transporte da carga em função da granulação. ....	36
Figura 9: Representação gráfica da gênese do Sistema morfodinâmico fluvial. ....	37
Figura 10: Sistema fluvial aberto, dinâmicas e implicações. ....	38
Figura 11: Fatores condicionadores da dinâmica fluvial, segundo Carvalho, 2012. ....	40
Figura 12: Paisagens ocorrentes no rio Solimões. ....	41
Figura 13: Terras caídas, denotação de seu poder erosivo. ....	44
Figura 14: Depósito de canal, segundo Novo, 2008. ....	48
Figura 15: Deposição de planície de inundação, segundo Novo, 2008. ....	49
Figura 16: Esboço da gênese sedimentar e hidrográfica amazônica. ....	50
Figura 17: Esboço da Bacia sedimentar/Planície Amazônica. ....	52
Figura 18: Área sedimentar na Amazônia. ....	54
Figura 19: Situação da bacia sedimentar no Estado do Amazonas. ....	55
Figura 20: Bacia do Estado Amazonas/perfil Geológico. ....	56
Figura 21: Unidades litoestratigráficas. ....	57
Figura 22: Formação Içá . ....	59
Figura 23: Características de solo da formação Içá. ....	60
Figura 24: Domínios geomorfológicos no Amazonas, Dantas e Maia (2010). ....	62
Figura 25: Relevo do Brasil. ....	63
Figura 26: Perfil topográfico do relevo Amazônico. ....	64
Figura 27: Compartimentos de Padrões de Relevo. ....	65
Figura 28: Perfil do relevo fluvial amazônico. ....	67
Figura 29: Terraço fluvial no rio Solimões, município de Jutai-AM. ....	67
Figura 30: Planície de Inundação no rio Solimões, município de Fonte Boa-AM. ....	68
Figura 31: Mapa do rio Amazonas da nascente à foz. ....	69
Figura 32: Região do Alto rio Solimões/Municípios. ....	71
Figura 33: Influenciadores no clima amazônico, conforme Pereira M., (2010). ....	74
Figura 34: Classificação do clima do Amazonas. ....	76
Figura 35: Representação da sazonalidade no Amazonas. ....	78
Figura 36: Subdivisão e variação climática na calha do alto rio Solimões. ....	79
Figura 37: Logística portuária no município de Amaturá-AM. ....	86
Figura 38: Fluxo de embarcações/Tabatinga e Benjamin Constant. ....	87

Figura 39: Barco de grande porte, porto privado em Tabatinga-AM. ....	88
Figura 40: Lancha voadeira, zona portuária de Tabatinga-AM. ....	89
Figura 41: Construções sendo engolida pela erosão fluvial. ....	92
Figura 42: Movimento de massa em Santo Antônio do Içá-AM. ....	93
Figura 43: Ciclo morfológico fluvial. ....	99
Figura 44: Proposta de variáveis temporais no ciclo morfológico fluvial. ....	100
Figura 45: Relação entre elementos do sistema fluvial e Zona portuária. ....	102
Figura 46: Erosão fluvial engolindo casas no município de Jutai-AM. ....	104
Figura 47: Território do município de São Paulo de Olivença-AM. ....	105
Figura 48: Fatores atuantes na zona portuária de São Paulo de Olivença-AM. ....	106
Figura 49: Ação danosa das terras caídas em São Paulo de Olivença-AM. ....	107
Figura 50: Reajustamento de canal na cidade de Paulo de Olivença-AM. ....	108
Figura 51: Fluxo em frente a cidade de São Paulo de Olivença-AM. ....	109
Figura 52: Ação dinâmica sobre taludes fluviais. ....	110
Figura 53: Terras caídas e implicação portuária em São Paulo de Olivença. ....	111
Figura 54: Perfil Transversal em frente a cidade soa Paulo de Olivença-AM. ....	111
Figura 55: Denotação de falha/fratura. ....	113
Figura 56: Gênese erosiva de ação (dentro para fora). ....	114
Figura 57: Erosão na praça São João, cidade de São Paulo de Olivença-AM. ....	116
Figura 58: Danos estruturais em decorrência as terras caídas. ....	117
Figura 59: Município de Amaturá-AM. ....	118
Figura 60: Zona portuária de Amaturá. ....	119
Figura 61: Condicionadores do processo de deposição e implicações. ....	120
Figura 62: Linha temporal da evolução do processo deposicional. ....	121
Figura 63: Perfil transversal em frete a cidade de Amaturá. ....	122
Figura 64: Características de ocorrência do processo de deposição ....	123
Figura 65: Adaptação da logística portuária em Amaturá-AM ....	124
Figura 66: Características do porto alternativo, e processos logísticos.....	125
Figura 67: Percurso feito por embarcações pequenas até o porto principal.....	127
Figura 68: Município de Santo Antônio do Içá-AM. ....	129
Figura 69: Episódio erosivo de 2015, e revitalização a partir de 2017. ....	130
Figura 70: Condicionadores do caos portuário. ....	131
Figura 71: Perfil portuário em Santo Antônio do Içá-AM. ....	132
Figura 72: Perfil transversal em frente a cidade. ....	133
Figura 73: Denotação de falha/fratura. ....	133
Figura 74: Colapso de terra em Santo Antônio do Içá-AM. ....	134
Figura 75: Estrutura portuária em processo de fragmentação, ano de 2021. ....	137

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Características dos principais afluentes na calha do alto rio Solimões. ....	70
Tabela 2: Características hídricas da bacia do rio Solimões, em comparação a outros rios. ....	75
Tabela 3: Problemas portuários nos municípios do alto rio Solimões. ....	92
Tabela 4: Aumento da praia no decorrer dos anos. ....	119

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1: Diferença entre um sistema e um agregado (que não é sistema). .....	25
Quadro 2: Principais fatores reconhecidamente promotores das terras caídas. ....	46
Quadro 3: Características potenciais e limitantes. ....	64

## **LISTA DE SIGLAS**

ANA: (Agência Nacional de Águas)

CPRM: (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais)

DNAEE: (Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica)

IBGE: (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística)

INPE: (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais)

ZCIT: Zona de Convergência Inter Tropical

ZCAS: Zona de Convergência do Atlântico Sul

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Média de chuva no município de Tabatinga-AM. ....	78
Gráfico 2: Cotas máximas e mínimas na calha do alto rio Solimões. ....	79
Gráfico 3: Média de vazão do rio Solimões na calha do alto rio Solimões. ....	80
Gráfico 4: Representação de municípios e suas implicações. ....	93
Gráfico 5: Caracterização do percentual por implicação. ....	94

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	17
CAPÍTULO I: CONCEPÇÃO SISTÊMICA APLICADA A ESTUDO DE AMBIENTE FLUVIAL.....	22
1. Abordagem sistêmica na Geografia física.....	22
1.1. Sistema Geomorfológico.....	29
2. Sistema morfodinâmico fluvial .....	32
2.1. Condicionadores morfodinâmicos .....	39
3. Processos erosivos das terras caídas .....	42
4. Processos de deposição sedimentar .....	46
CAPÍTULO II: CARACTERIZAÇÃO DA GEODIVERSIDADE REGIONAL.....	50
1. Origem e evolução da bacia Sedimentar/Hidrográfica amazônica.....	50
2. Aspectos Geológicos do estado do Amazonas.....	52
3. Aspectos Geomorfológicos .....	58
4. Características do rio Solimões .....	67
5. Clima Amazônico .....	71
5.1. Considerações para o clima do Amazonas .....	73
5.2. Regime hidrológico .....	74
CAPÍTULO III: REFLEXÕES SOBRE A MORFODINÂMICA FLUVIAL NA REGIÃO DO ALTO RIO SOLIMÕES .....	81
1. Rios amazônicos fascinação sociocultural .....	81
1.1. Nossos rios nossas estradas .....	83
1.2. Dinâmicas fluviais: de eventos físicos a consequências ao modo de vida ribeirinho.....	87
2. Problemas portuários .....	91
CAPÍTULO IV: PROCESSOS DE EROÇÃO E DEPOSIÇÃO, IMPLICAÇÕES LOCAIS E SUAS INFLUÊNCIAS .....	96
1. Ciclo morfológico fluvial .....	96
1.1. Relação do ciclo morfológico fluvial, Homem, processos e implicações .....	100
2. Processo e implicações relevantes na zona portuária de São Paulo de Olivença AM.....	102
2.1. Pressão hidrodinâmica e consequência.....	106

2.2. Neotectônica e linhas de fraqueza.....	110
3. Processo de deposição de sedimento e implicações para Amaturá-AM.....	116
3.1. Implicações socioeconômicas.....	124
4. Processo e Implicações para zona portuária de Santo Antônio do Içá-AM.....	126
4.1. Implicações e consequências.....	135
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	137
REFERÊNCIAS .....	140



## INTRODUÇÃO

É notável que o sistema hidrográfico da Amazônia é diferenciado, uma vez que é perceptível quantidade de emaranhados de rios que constituem sua bacia hidrográfica, com o pensamento voltado ao estado do Amazonas, existe um rio de mesmo nome, o rio Amazonas, e junto a seus afluentes toma dimensões notáveis tornando-se um sistema fluvial dinâmico e em contínua transformação.

Os rios dentro deste sistema têm poder modelador paisagístico diferenciado dentre outros corpos hídricos que não fazem parte do contexto amazônico, e assim consequentemente estes rios podem ser considerados detentores de processos dinâmicos fluviais com maior intensidade, gerando fator atrativo para estudiosos da ciência geomorfologia fluvial.

Contemplando a diferenciada dinâmica dos rios no estado do Amazonas, é destacado no presente trabalho a calha do alto rio Solimões, que sustenta em sua delimitação nove municípios brasileiros no interior do Estado, pertencentes à região Sudoeste Amazonense: Tabatinga, Benjamin Constant, Atalaia do Norte, São Paulo de Olivença, Amaturá, Santo Antônio do Içá, Tonantins, Jutuí e Fonte Boa, informações fornecidas a partir (IBGE, 2022).

Dentre os municípios citados, São Paulo de Olivença, Amaturá e Santo Antônio do Içá-AM, tiveram delimitações em seus portos para estudo acerca de fenômenos que implicam determinados problemas de âmbito dinâmico-fluvial.

Os três municípios se localizam de maneira característica em zona de transição territorial, estrategicamente o tema a ser desenvolvido toma força por se tratar de municípios próximos e consequentemente zonas portuárias próximas, formando um centro territorial, como uma espécie de sub-calha que incide entre todos os outros municípios da calha do alto rio Solimões.

Enfatizando o termo “zona portuária” no contexto amazônico, ele configura todo perímetro marginal que é utilizado pelos munícipes para atracação de canoas, lanchas, barcos de médio e grande porte, onde correm seus devidos processos logísticos, isso em se tratando de embarque, desembarque de cargas e passageiros. Sendo importante ressaltar que tanto lugares com obras de engenharia como portos principias ou outros locais de atracação de canoas sofrem igualmente com os processos fluviais e implicações.

Utilizando um recorte espacial das zonas portuária dos municípios mencionados para o estudo, foi buscado o entendimento da procedência dos processos fluviais em cada área delimitada, e por inferência buscou-se conhecer as implicações condicionadas por estas dinâmicas.

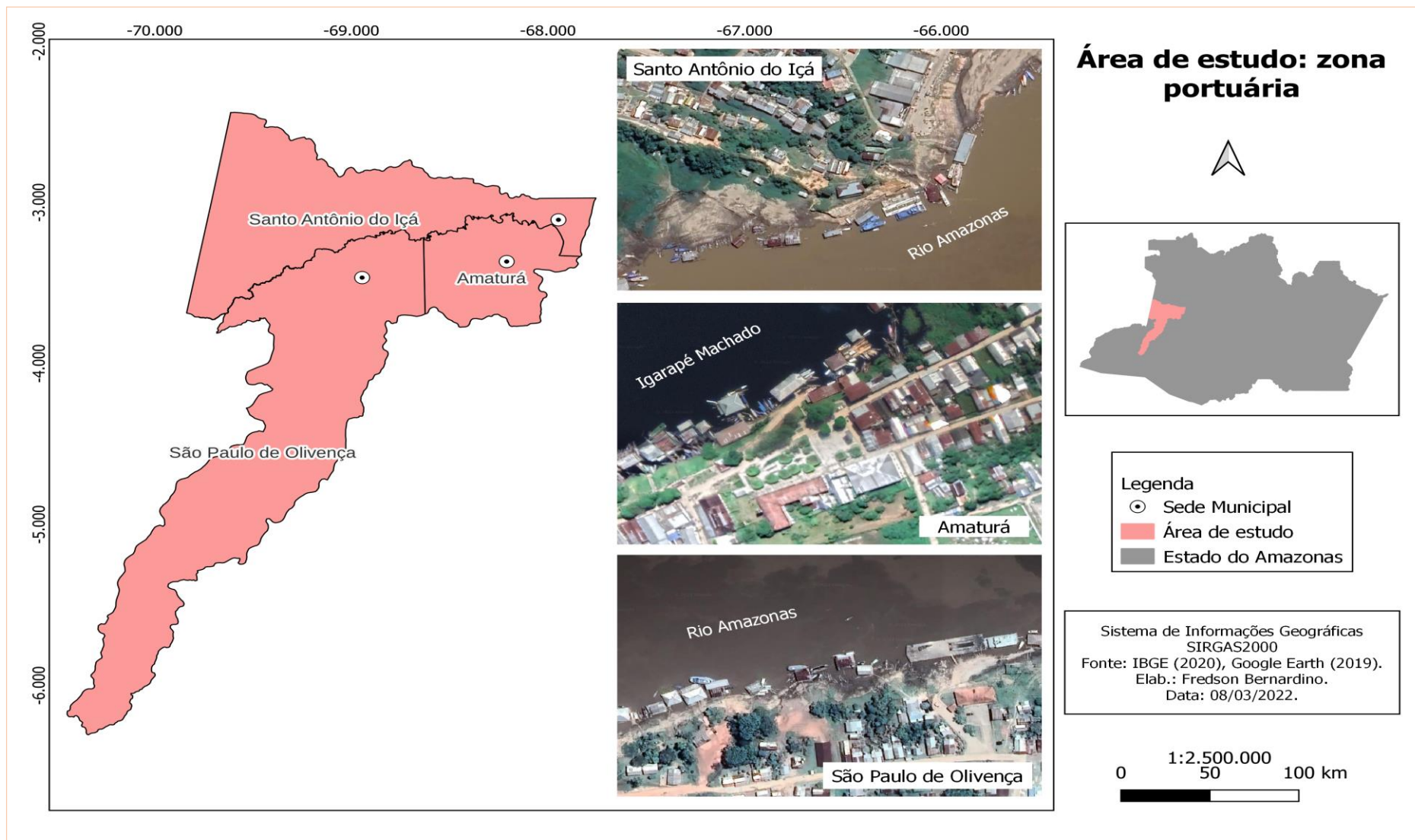
Uma vez citado os problemas enfrentados por decorrência de fenômenos naturais, é posto em destaque por Oliveira (2010) que a ocupação urbana, na maioria das cidades do Brasil tem ocorrido desordenadamente e sem o mínimo conhecimento sobre as características do meio físico, colocando a população frequentemente em situações de risco que podem evoluir até a deflagração de acidentes geológicos e outras problemáticas propriamente ditas.

Seguindo conceitos teóricos que abrangem as dinâmicas de âmbito fluvial, é trazido em contexto que, o entrelaçamento das ações erosivas e deposicionais, no tempo e espaço, produzem complexas formas topográficas que surgem como respostas ao ambiente de sedimentação em escala de grandeza maior, “caracterizando [...] a sucessão de eventos interferindo na morfogênese fluvial” [...] (CHRISTOFOLETTI, 1981, p. 210).

Eventos condicionados por agentes controladores exógenos e endógenos, promovem ações dinâmicas dentro de um sistema dinâmicas que regem o funcionamento sistêmico como o caso do sistema fluvial no rio Solimões, constituindo um “contraste morfodinâmico” em diferentes locais da calha, fazendo existir determinada configuração morfológica, e outros parâmetros que servem como subsídios para existência de diferentes processos com diferentes implicações.

Submetendo-se aos perímetros para o estudo, a pesquisa foi executada nos três portos já citados, visando compreender os processos atuantes junto a suas características de incidência, análises concebidas por visitas campais com registros de fotos, observações e acompanhamento da área de pesquisas através de imagens via satélite, com uso de dados primários e secundários que de forma lógica se transformaram em informações importantes a serem destacadas. Seguindo a lógica das delimitações para o estudo, na FIGURA 1 podemos observar o mapa da área com recorte espacial e a localização dos municípios e devidas zonas portuárias.

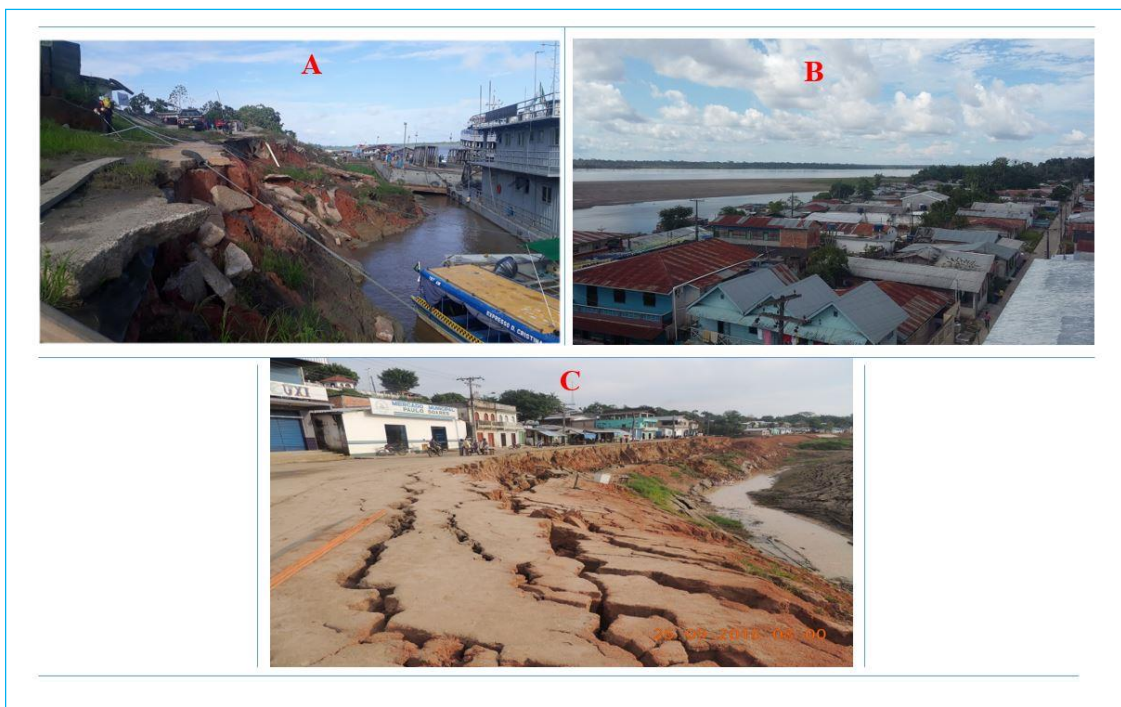
Figura 1: Municípios e localização das zonas portuárias.



Fonte: Elaboração, Bernardino, 2022.

Potencialmente estes municípios e seus portos foram escolhidos para o estudo por estarem em área de transição territorial, onde assim foi obtida a possibilidade de observação da incidência destes processos entre estes portos usando de análise comparativa para buscar compreender o contraste dinâmico existente junto aos seus diferentes condicionadores para cada perímetro, observar a FIGURA 2.

Figura 2: Dinâmicas atuantes nos portos em estudo: A) São Paulo de Olivença, 19/10/20220. B) Amaturá, 17/07/2018. C) Santo Antônio do Içá, 25/09/2015.



Fonte: (Org.), Fabiam Gomes , 2023.

É possível observar que as delimitações em processo de estudo têm suas particularidades fisiográficas, possivelmente condicionados por fatores que atuam de diferentes maneiras para incidir diferentes feições morfológicas fluviais, literalmente estas imagens denotam a existência de um contraste morfodinâmico condicionado por diferentes fatores, como por exemplo: os geológicos, gradientes de fluxos hídrico, tipo de solo etc. Observando estes parâmetros para cada localidade é perceptível que existem implicações características para cada zona portuária.

Assim sendo, o processo metodológico se caracterizou pela pertinência em identificar os agentes atuantes na dinâmica do rio Solimões dentro das áreas delimitadas, trazendo informações sobre o perfil longitudinal e transversal, condicionadores, processos e implicações, relacionando estes dados com as condições

de ação hidrodinâmica atuantes nos perímetros delimitados, reunindo assim informações coerentes sobre o tema abordado.

O corpo dissertativo do presente trabalho, foi organizado em quatro capítulos: no primeiro buscou-se uma articulação conceitual e teórica para dar pertinência ao conceito sistêmico ou a abordagem sistêmica e sua importância na interpretação do meio físico, junto a isso foi denotado os processos morfodinâmicos fluviais e possíveis causas.

No segundo capítulo são apresentadas as características da área de estudo, denotando alguns dos principais conceitos fisiográficos, como a origem e evolução da bacia hidrográfica amazônica, descrição fisiográfica, caracterização do rio Solimões, aspectos geológicos, aspectos geomorfológicos, regime climático, regime hidrológico, hidrografia.

O terceiro capítulo traz informações a respeito dos rios amazônicos, uma vez que dentro do contexto da geografia física na Amazônia é perceptível quantidade de rios que constituem sua bacia hidrográfica, seguindo este raciocínio foi feita uma demonstração de algumas características socioculturais, dinâmicas e morfológicas, apresentando conceitos pertinentes ao contexto dinâmico fluvial sobre municípios que agregam a região do Alto rio Solimões, expondo que a hidrodinâmica e outros fatores influenciam na incidência de implicações aos povos ribeirões.

Dentro do quarto capítulo foi apresentado e discutido os dados, informações, imagens e outros pontos consistentes que demandem um entendimento geral do tema e sua linha teórica, dando um sentido satisfatório aos objetivos traçados durante todo processo de pesquisa e dissertação do trabalho em si.

Por conseguinte, a proposta apresentada visou salientar problemas ocorrentes em zonas portuárias, reunir e sistematizar conhecimento sobre temática trazida, denotando que estes fenômenos naturais têm tomado dimensões além de apenas processos físicos, atingindo também o âmbito social. Nessa perspectiva o estudo pode ser considerado como base técnica-conceitual para possíveis construções e manutenções, no contexto portuário, orientações dando um sentido de utilidade ao estudo realizado.

## **CAPÍTULO I: CONCEPÇÃO SISTÊMICA APLICADA A ESTUDO DE AMBIENTE FLUVIAL**

Em um sistema fluvial existem partes ou subsistemas que trabalham de forma simultânea, interligados por fatores como a (água), solo, geomorfologia, geologia, gradiente de fluxo, trabalhos sistêmicos estes que influenciam em processos e dinâmicas diferentes, conduzindo à existência de feições fisiografias não uniformes em todo perfil longitudinal de um rio, havendo fatores controladores atuando no ciclo morfológico de cada localidade, transformando e desconstruindo paisagens, assim como equilibrando e organizando o sistema, conduzindo as partes interconectadas a realizar um trabalho complexo mais necessário para funcionamento geral da estrutura fluvial.

Rodrigues e Adami (2005), concebem a bacia hidrográfica como sendo um *sistema aberto*, composto por outros subsistemas, sendo as vertentes, os canais fluviais e as planícies de inundação, os principais subsistemas.

### **1. Abordagem sistêmica na Geografia física**

A Teoria Geral dos Sistemas (TGS) teve sua apresentação a comunidade científica em um seminário filosófico em Chicago pelo biólogo Ludwig Von Bertalanffy. Conforme Bertalanffy (1973) seria necessário estudar não somente partes e processos isoladamente, “mas também resolver os decisivos problemas encontrados na organização e na ordem que os unifica, resultante da interação dinâmica das partes, tornando o comportamento das partes diferentes quando estudado isoladamente e quando tratado no todo.

Se pondo por entendimento na historiografia sobre o pensamento sistêmico colocados à disposição dos estudos geográficos, é perceptível a sua importância para o entendimento da complexidade na organização de um sistema espacial junto às suas interações e processos e condicionadores que formulam a gênese dos processos.

Na linha de pensamento de Bertalanffy (1973), na busca de suprir lacunas científicas em estudos complexos, a análise sistemática, resultou do esquema mecanicista das séries causais isoláveis e do tratamento por partes, no qual esta metodologia teria se mostrado insuficiente para atender aos problemas teóricos.

Podemos declarar, como características da ciência moderna, que este esquema de unidades insolúveis, atuando segundo a casualidade em um único

sentido, mostrou-se insuficiente. Daí o aparecimento em todos os campos da ciência de noções tais como totalidade, holístico, organísmico, Gestalt etc., significando todas que em última instância, temos que pensar em termos de sistemas de elementos em interação mútua (BERTALANFFY, 1973, p. 7).

Bertalanffy (1973), acreditava que a teoria geral dos sistemas seria um grande passo no sentido da unificação da ciência, podendo estar destinada no futuro, a desempenhar um papel semelhante ao da lógica aristotélica na ciência da antiguidade.

No entanto, conforme Bertalanffy (1973), a teoria dos sistemas foi recebida com incredulidade, sendo julgada como fantasia ou presunçosa”. Mesmo assim com toda resistência no meio científico e acadêmico, com passar do tempo a teoria geral dos sistemas passou a enfatizar e substituir estudos ambientais de diversas áreas do conhecimento científico até mesmo em estudos do comportamento social do ser humano.

O objeto da Teoria Geral dos Sistemas é configurado de princípios válidos para sistemas em geral, qualquer que seja a natureza dos elementos que os compõem e as relações ou “forças” existentes entre eles, nesta lógica o pensamento sistêmico pode ser aplicado e descrito como uma prática metodológica assim como filosófica, observar as aplicações na FIGURA 3.

Figura 3: Aplicações da Teoria Geral dos Sistemas.



Fonte: Elaboração, Fabiam Gomes, 2023.

Partindo de uma perspectiva sistêmica, a Geografia Física, especialmente no âmbito da Geomorfologia ou “Geomorfologia Fluvial”, no qual se remete o presente estudo, é imprescindível o não uso de técnicas que se apoiem na Teoria Geral dos Sistemas (TGS) no quadro teórico-metodológico, em especial na Geomorfologia Fluvial.

Com a aplicação da abordagem sistêmica, foi proporcionado um novo caminho para a Ciência Geográfica, por meio da Teoria Geral dos Sistemas, “foram adotados termos de soma, mecanização, centralização e finalidade; fugindo, com isso, apenas da abordagem empírica” (FALCÃO, 2020, p. 23).

Em relação à concepção sistêmica, este método teórico teve ascendência notável perante os segmentos do conhecimento científico, entre eles na Geografia Física tendo considerável influência como já citado, que usando esta maneira perceber o meio físico tiveram propostas de conhecer a complexidade e a dependência entre as condições e componentes da paisagem, por assim dizer, a geomorfologia se destacou na prática da abordagem sistêmica nas pesquisas propostas por pesquisadores que seguem esta linha teórica.

Seguindo estes conceitos expostos, Marques (2022) retrata que atualmente algumas subdivisões podem ser cogitadas e fundamentadas dentro da geomorfologia, como, por exemplo, Geomorfologia antrópica (destacando a ação do homem), Geomorfologia urbana (destacando a ação dos processos sobre o ambiente artificial), geomorfologia submarina (para áreas cobertas por mares e oceanos), Geomorfologia ecológica (interações de processos formas com os componentes do ecossistema) e etc.

A consequência de atividades dinâmica global atual é intensa, com isso a busca por respostas muito se recai sobre o núcleo científico, existindo a necessidade em desenvolver pesquisas em diversos âmbitos, e que conseqüentemente repercute e junta-se de maneira assídua à Teoria Geral dos Sistemas no repertório teórico-metodológico entre diversos grupos do conhecimento, assim como na Geomorfologia.

Ligando-se ao ambiente morfológico e seus produtos, a paisagem é parte fundamental dentro das categorias de análise da geografia, sendo conceituada como “[...] o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazendo da



paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução” (BERTRAND, 1971, p. 2).

Considerando que perceber as causas e consequências de processos em diferentes âmbitos é uma tarefa complexa, argumenta-se favoravelmente que a complexidade exige maneiras adequadas de abordar e perceber cada tipo de problema atuante, e assim, a partir do pensamento sistêmico, entender partes e engrenagem que regem o funcionamento e formulação da paisagem.

Para ir além, o pensamento sistêmico utilizado na caracterização da paisagem geográfica pode ser observado desde a antiguidade clássica. Estrabão, em sua *Geographia*, já apresentava esse conceito, interpretando-o como aquilo que o Homem habita. A transcrição que se segue ilustra a abordagem integrativa, de vocação geográfica, que Estrabão utilizava para descrever uma paisagem tórrida com base nas climata, divisão do globo em zonas feitas pelos gregos (NETO, 2008, p. 74).

Rodriguez e Silva (2018), denotam a relevância em considerar que o sistema é enunciado como o conjunto de elementos com conexões e ligações entre si, que processualmente formam uma determinada unidade e integridade com poder energético-substancial de componentes inter-relacionados, complexo, único, organizado, formado pelo conjunto ou combinação de objetos ou partes, conforme mostra o QUADRO 1.

Quadro 1: Diferença entre um sistema e um agregado (que não é sistema).

UM SISTEMA	UM AGREGADO
Partes interconectadas que funcionam como um todo.	Série de partes
Mudam se você remover ou adicionar partes. Se um sistema é dividido em dois não vai haver dois sistemas menores, mais um sistema falho que provavelmente não vai funcionar.	As propriedades principais não são alteradas, ao remover ou adicionar partes. Ao se dividir, se conseguem dois conjuntos ou agrupamentos menores.
O arranjo das partes é essencial.	O arranjo das partes não é importante.
As peças estão interligadas e todas funcionam juntas.	As partes não estão conectadas e operam separadamente.

Fonte: Modificado de Vergara, 2004. (Org.), Fabiam Gomes, 2023.

Ao observar e processar as informações contidas no QUADRO 1, é possível verificar as diferentes características entre um sistema e algo que não é um sistema, é fundamental ressaltar que ao se dividir um sistema não existirá dois sistemas de proporções menores e sim possivelmente processos falhos na ordem de funcionamento de determinado sistema.

Neste sentido, Rodriguez e Silva (2018) reforçam que esta maneira de raciocinar é entendida como reducionista, onde o procedimento é assimilar as leis que regem um sistema, e quando são entendidas todas as etapas que determinam o comportamento do sistema pode-se entender seus problemas e relação entre eles, e assim analisar os subconjuntos e componentes focalizando no menor nível de complexidade, seguindo este pensamento ainda é reforçado que:

A abordagem de sistemas tem desempenhado um papel importante na descoberta e construção do mundo multidimensional, e de seus vários níveis de realidade em um sistema científico, sendo muito necessário e produtivo no estudo de fenômenos complexos. A estes fenômenos pertencem, as paisagens, as interações entre biota e ambiente, sociedade e natureza, da humanidade com seu meio ambiente e assim por diante (RODRIGUEZ e SILVA, 2018, p. 22).

Por sua vez Christofolletti (1981) exalta que:

A teoria dos sistemas foi inicialmente introduzida na geomorfologia pelos trabalhos de Arthur N. Strahler (1950; 1952), sendo posteriormente utilizada, ampliada e discutida em vasta bibliografia [...] no decorrer da década de cinquenta, enquanto se criavam condições para a difusão da abordagem sistêmica, Jonh T. Hack, em suas pesquisas na região apalcheana, **procurava estruturar uma explicação geral para o desenvolvimento das paisagens morfológicas**, que oferecesse caminho alternativo em vista da predominância exercida pela teoria davisiana [...] (CHIRSTOFOLETTI, 1981, p. 105, grifo do autor).

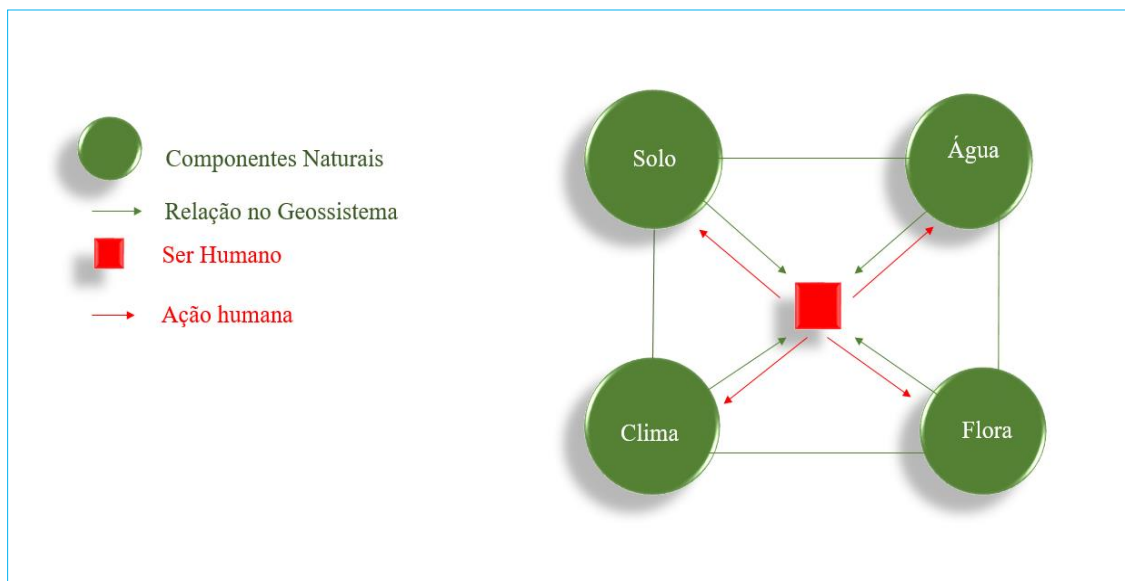
Levando em conta a relação e a possibilidades que sustentem novos conceitos e princípios em relação ao meio natural ou humanizado, Rodrigues e Silva (2018) inferem o pensamento de que:

Há mais de um século, cientistas e especialistas tratam de pensar em como dirigir de maneira racional o processo de ocupação e assimilação da Superfície Terrestre. Isso deu lugar à noção de planejamento Ambiental, associada a processo de Gestão Ambiental, como paradigma da

aplicabilidade do conhecimento científico [...] (RODRIGUEZ e SILVA, 2018, p. 16).

Tanto quanto, por estarmos tratando de fenômenos naturais ocorrentes em margens fluviais no presente estudo, os conceitos apresentados estão ligados à realidade dos ribeirinhos assentados nas calhas dos rios amazônicos, pois um planejamento de ocupação e construção se integra ao processo de interação com o ambiente e uso de técnicas para utilização do espaço, na FIGURA 4 é mostrado o processo de interação entre homem e meio ambiente.

Figura 4: Interação entre o meio natural e o ser humano.



Fonte: Elaboração, Fabiam Gomes, 2023.

É perceptível através da figura denotada, que os componentes naturais são indispensáveis para a produção do espaço de vivência, e que as relações entre estes componentes regem o fluxo interativo entre natureza e sociedade humana.

Para nós entendermos melhor, pode-se alegar que a geografia física tem ligação direta para com o conhecimento de aspectos do meio ambiente, e assim orientar os seres humanos a perceber que eles fazem parte da complexa organização sistêmica, mostrando que cada ação terá uma reação, e que problemas recorrentes penetram nas esferas econômicas e sociais.

Conforme Chiossi (2013), toda intervenção que se faça no meio ambiente desde a construção de uma simples casa, pequenos caminhos, canais etc., até obras gigantescas (barragens, túneis, metrô, estradas, indústrias), exige o conhecimento geológico-geotécnico do local/área/região.

Assim, o ser humano que transforma a paisagem ao seu modo pode perceber que a natureza não respeita as leis humanas, muitas vezes o lugar é transformado conforme seus processos naturais, isso com influências antrópicas ou não, denotando que a natureza promove sua resposta às ações desordenadas.

Buscando uma coesão conceitual em termos que se insere a devida pesquisa, as bacias hidrográficas são postas em evidência, sendo considerado que:

Embora o estudo de bacias hidrográficas tenha sido geralmente realizado seguindo essencialmente as suas características hidroclimáticas, nos últimos anos, tende-se cada vez mais a um enfoque do tipo ambiental, no qual a bacia hidrográfica é considerada como o entorno em que se relaciona esse espaço físico, e estes são relacionados com os grupos sociais que vivem e usufruem seu espaço, (RODRIGUEZ e SILVA, 2018, p. 69).

Nesta lógica toma-se por conhecimento que os fenômenos naturais podem influir negativamente em determinados lugares, atingindo direta ou indiretamente pessoas, e consequentemente podem danificar estruturas e causar diversos tipos de problemas no ambiente fluvial (rural ou urbano) onde esteja inserido o ser humano.

Se contextualizando ao ambiente fluvial, é denotado que os processos que regem a dinâmica do relevo fluvial têm influência direta na construção ou manutenção de obras de engenharia em zonas portuárias, problemática podendo ser analisada a partir de uma subdivisão denominada no proposto trabalho, como “Geomorfologia fluvial urbana”, pois os processos que implicam em danos nas estruturas artificiais (obras de engenharia) coexistem em perímetro urbano, caso das zonas portuárias.

Seguindo este raciocínio, Gomes (2017) em seu trabalho denominado Erosão Portuária em Santo Antônio do Itá-AM, apontou que existe relação da dinâmica fluvial com as obras de engenharia, e que [...] “sem um planejamento adequado todas as iniciativas [...] sempre desencadeiam o fracasso [...], existindo um conjunto de fenômenos geomorfológicos que interferem na aplicação destes projetos”, mostrando desta forma a influência dos processos fluviais sobre determinadas obras.

Ross (2020) “expressa que concepções conflitantes ou não entorno da caracterização paisagística, é entendida que o relevo é concreto quanto à forma, mais abstrato enquanto matéria”, por consequência cabendo aos povos sem orientação

científica apenas observar e sentir o ciclo morfológico da área em que coexistem, experimentando surpresas desagradáveis condicionadas pela natureza.

### 1.1 Sistema Geomorfológico

É importante denotar que nos estudos relacionados com a paisagem existe a necessidade de utilizar disciplinas que podem dar suporte ao objeto em análise, dentre inúmeras razões a geomorfologia é tida como ferramenta importante para entender características morfodinâmicas ocorrente na face terrestre.

Neste sentido, uma gama de autores em busca de atenderem seus anseios científicos desenvolveram teorias com intuito de obter entendimento sobre a evolução da paisagem geomorfológica e tentaram da melhor maneira representar a dinâmica da paisagem a partir de modelos e teorias, discutindo a relação entre soerguimento, processos erosivos, construção paisagísticas, dinâmicas de vertentes e etc.

Neste contexto, muito se tem discutido. Ross (2020) explica que para entender o relevo é necessário ter a compreensão de uma coisa maior, que é a paisagem como um todo, o autor relata que não podemos entender a gênese e a dinâmica das formas do relevo sem que se entenda os mecanismos motores de sua geração, sem que se perceba as diferentes interferências dos demais componentes em uma determinada unidade de paisagem.

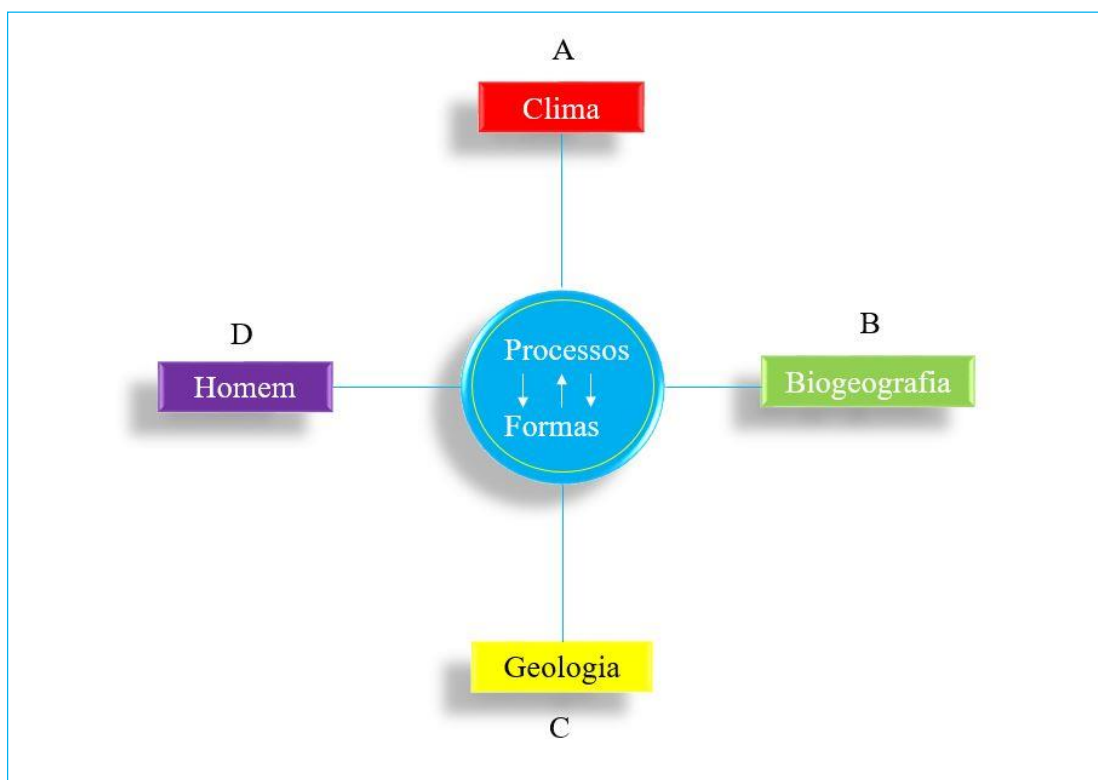
Partindo da teoria sistêmica, partes interconectadas que deflagram as gênese das formas de relevo podem ser denominadas subsistemas, onde cada um destes interage com os fatores condicionantes de diferentes formas, ocasionando próprio dito processo morfodinâmico, processos de cunho distintos condicionados por diferentes mecanismos, dando uma identidade fisiográfica para cada lugar, reforçando esta maneira de pensar Chirstofoletti (1981), dá a entender que:

As paisagens constituem respostas a um complexo de processos, cada um exigindo apropriadas escalas espacial e temporal para serem estudados. **Na esculturação das formas de relevo essa complexidade é descrita pelas inúmeras variáveis envolvidas, havendo entre elas interação, interdependência e mecanismos de retroalimentação.** O mecanismo de cada processo, assim como das suas consequências, pode ser perfeitamente conhecido de maneira determinista [...] (CHIRSTOFOLETTI ,1981, p. 113, grigo do autor).

Visto que as paisagens respondem de maneira complexa aos processos que a define, o estudo destas relações deve ter parâmetros que atendam a necessidade de conhecimento, buscado conforme o autor, uma escala temporal e espacial para nortear o entendimento das variáveis na formulação do relevo, observando que para cada lugar estarão envolvidos diferentes mecanismos, condicionadores junto retroalimentação, com entrada e saída de energia de um sistema.

Ainda seguindo este raciocínio, Christofolletti (1980) explica que dentro do universo geomorfológico existem fatores antecedentes controladores que regem o sistema geomorfológico, consistindo estes sistemas em: clima, geologia, biogeografia e Homem, onde estes fundamentam o processo de interação entre agentes morfogênicos que incidem o funcionamento do sistema geomorfológico, na FIGURA 5 é apresentado o sistema controlador proposto por Christofolletti, (1980).

Figura 5: Sistemas antecedentes controladores.



Fonte: Fabiam Gomes, 2023, adaptado de Christofolletti, 1980.

- A) O sistema climático que, sendo condições climáticas através do calor, da umidade e dos movimentos atmosféricos, sustenta e mantém o dinamismo dos processos.

- B) Sistema biogeográfico que representado pela cobertura vegetal e pela vida animal que lhe são inerentes e de acordo com suas características, atua como fator de diferenciação na modalidade e intensidade dos processos, assim como fornecendo e retirando matéria.
- C) Sistema geológico que através da disposição e variação litológica, fornece material constituindo o fator passivo onde atuam os processos controladores da morfogênese das vertentes e, por sua vez ofertando o tipo de carga detrítica a ser fornecida aos rios.
- D) Sistema antrópico representado pela ação humana é o fator responsável por mudanças na distribuição de matéria e energia dentro do sistema, “e que muda o equilíbrio do mesmo”, (CHRISTOFOLETTI, 1980, p. 10).

Convém lembrar que os sistemas que formam o ciclo evolutivo da morfologia terrestre, tem fundamental importância junto aos componentes internos e externos da gênese estrutural terrestre, uma vez que existem influências e interferência diretas em sistemas subsequentes como a de agentes controladores da constituição paisagística.

Com a introdução dos princípios da teoria dos sistemas na geomorfologia houve a retomada da revisão deste assunto, foi mostrado que o equilíbrio sistêmico representa o ajuntamento completo das suas variáveis internas e externas, que possivelmente estas variáveis dimensionam influências providas do ambiente, assim controlando a qualidade quantidade de matéria e energia que fluem em um sistema, Christofolletti (1980).

Para entender a composição de cada sistema é importante observar vários aspectos, tais como: **a matéria, corresponde ao material que vai ser mobilizado dentro do sistema; a energia corresponde à força (potencial ou cinética) que faz com que o sistema “funcione” (realize trabalho); e estrutura, corresponde aos elementos e suas relações, o arranjo dos componentes do sistema.** Sobre a estrutura é importante ressaltar três características: tamanho, correlação e casualidade. O tamanho vai estar relacionado com a quantidade de variáveis que compõe o sistema; a correlação entre as variáveis demonstra como elas se relacionam em força e direção; e a casualidade mostra a relação de independência e dependência entre as variáveis (SOUZA, 2013, p. 225, grifo do autor).

Usando a classificação de sistema em geomorfologia, considerando e adentrando o contexto geomorfológico fluvial onde o estudo se inclui, é colocado em obvia existência de uma subdivisão dentro de um sistema hidrográfico sendo ela chamada de

“sistemas não isolados, os quais mantêm relações com os demais sistemas do universo no qual funcionam, sendo divididos em fechados quando há recebimento e perda de energia, mas não perda de matéria, e abertos quando ocorrem constantes trocas de energia e matéria, tanto recebendo como perdendo”, Christofolletti, (1980).

O trabalho dos rios situados em sistemas abertos tem uma complexidade estrutural considerável, levando assim a ser perceptível que um rio é um elemento dentro de um sistema hidrográfico, mas pode ser considerado um sistema em si mesmo (GOMES, 2017, p. 6).

## **2. Sistema morfodinâmico fluvial**

O Sistema morfodinâmico fluvial e suas características funcionais é de complexidade notável, no entanto é compreensível que no contexto literário da geomorfológica fluvial existem autores que tendem a ter uma visão mais simplista sobre sistema hidrográfico em contexto de sua dinâmica, onde os rios são tidos como poderosos modeladores paisagísticos dentro de seus leitos, com potência de erodir, transportar e depositar sedimentos ao longo do seu curso.

Em raciocínio ao entrecho dos processos dinâmicos fluviais é interessante destacar que os trabalhos realizados por um rio, os quais se apresentam revestidos com importância singular através da erosão, transporte e deposição de sedimentos, manifestam-se simultaneamente nos processos dinâmicos e seguimento de estabilização de um sistema ou subsistema.

Com base nos trabalhos exercidos por um rio é possibilitado em seu curso o carreamento de detritos “de áreas mais elevadas para as mais rebaixadas, direcionando-os do interior das bacias para os oceanos, pondo os rios em posição de elementos atuantes nos processos morfogenéticos de formação do relevo fluvial” (CHRISTOFOLETTI, 1981, p.1).

Os estudos destes processos é de suma importância para se compreender as dinâmicas e mecânicas atuantes nos canais fluviais; pondo uma breve explicação por entendimento em Cunha (2022), é mostrado que os processos de erosão, transporte e deposição de sedimentos no leito fluvial alternam-se no decorrer do tempo e, especialmente, são definidos pela distribuição da velocidade e da turbulência do fluxo dentro do canal e são processos dependentes entre si e resultam não apenas das mudanças no fluxo, como, também, da carga existente.



No perfil transversal também ocorrem variações de velocidade e turbulência, existindo locais específicos de erosão e deposição. Logo abaixo da superfície da água, situa-se a área de maior velocidade do fluxo, onde qualquer tipo de material em suspensão é transportado. Na superfície, o atrito com o ar reduz os valores da velocidade e turbulência que também são alterados de acordo com a forma do canal. Em rios com padrão retilíneo, a velocidade máxima ocorre no centro do canal, diminuindo em relação às margens. Em canais de padrão meândrico, a zona de máxima velocidade e turbulência localiza-se nas proximidades das margens côncavas, diminuindo em direção à margem convexa, de menor profundidade (MARQUES, 2017, p. 31).

Reputando o pensamento citado, sobre o processo de erosão de margens a partir da mecânica hidrodinâmica; esclarece Rebello (2010), que “uma bacia hidrográfica [...] estabelece deste modo um sistema de fluxos de energia, onde os obstáculos encontrados determinam o caminho que a água vai percorrer e a velocidade com a qual se deslocará”, desta maneira é possibilitado às formas de relevo fluviais produzidas por interação entre fluxo e movimento dos sedimentos.

Cunha (2022) explana que “por capacidade das águas junto à velocidade e turbulência, conseqüentemente ocasiona o impacto hidráulico”, e por sua vez com o fluxo continuo direcionado em uma determinada área, cria um enfraquecimento geral das bases das massas de terra, tornando-as mais suscetível à atração gravitacional.

É pertinente assimilar que as transformações nos leitos e margens são derivados de processos contínuos que constituem evolução paisagística e morfológica dentro de um sistema hidrográfico, o qual o relevo fluvial é condicionado conforme Rebello (2010) “pelo ciclo hidrossedimentológico, que envolve deslocamento, transporte e depósito de partículas sólidas pertencentes na bacia”, teoria equivalente ao trabalho realizado no canal fluvial.

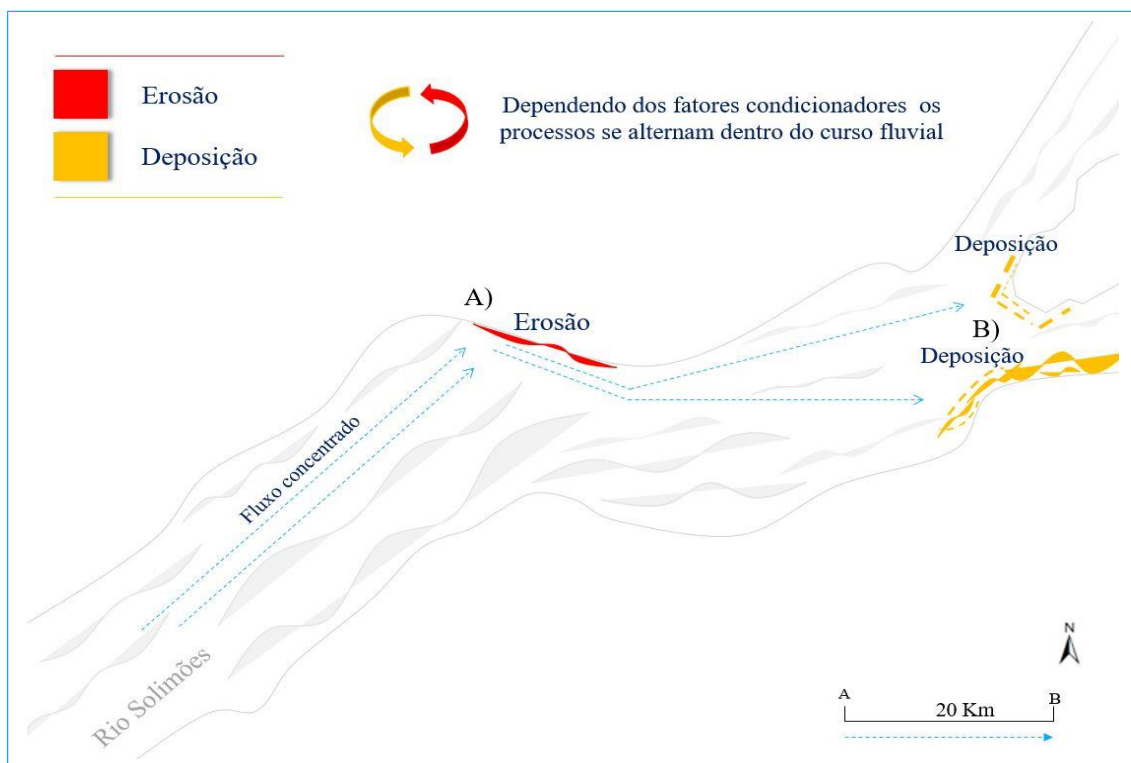
É pertinente ressaltar que o fluxo da água, ou, a água em si, pode ser considerado como principal agente da dinâmica do sistema fluvial, pois este elemento produz alterações significativas dentro de bacias hidrográficas alterando a estrutura do canal fluvial, nesta lógica Carvalho (2012) complementa inferindo que: no canal a água desempenha claramente funções: física, por meio do impacto hidráulico; química, através da ação corrosiva ao contato com o material presente nas margens.

Sobre a água e sua importância no sistema hidrográfico, Molinare (2010) acrescenta que o ciclo hidrológico constitui sistema complexo caracterizado pela interação entre os processos hidrológicos, geomorfológicos e biológicos, nos quais a água é o agente mais dinâmico desta interação.

Dentre inúmeras razões o ciclo hidrológico é fator impar que influencia nos trabalhos dos rios. A partir desta lógica, Stevaux (2017) dá ênfase denotando que a “água é um fluido que sob qualquer tensão (força por unidade de área) é posta em movimento ou fluxo, condicionado consequentemente tensão cisalhante” constituindo a existência da mecânica de fluxo, deflagradora da Gênese erosiva fluvial.

Fato este, ao ser posto em análise nos possibilita perceber que muitas áreas potenciais podem estar suscetíveis à ação erosiva, e em relação a morfogênese fluvial, quando ocorre a desagregação do solo em determinada margem fluvial, relativamente isso incita no processo de agradação “deposição” de outra parte do rio, ou seja, enquanto se deflagra erosão em uma margem do rio, toda carga erodida é depositada a jusante em mesma margem ou até mesmo no lado oposto de onde acontece o processo erosivo, vide exemplo na FIGURA 6.

Figura 6: Representação gráfica de processos fluviais.



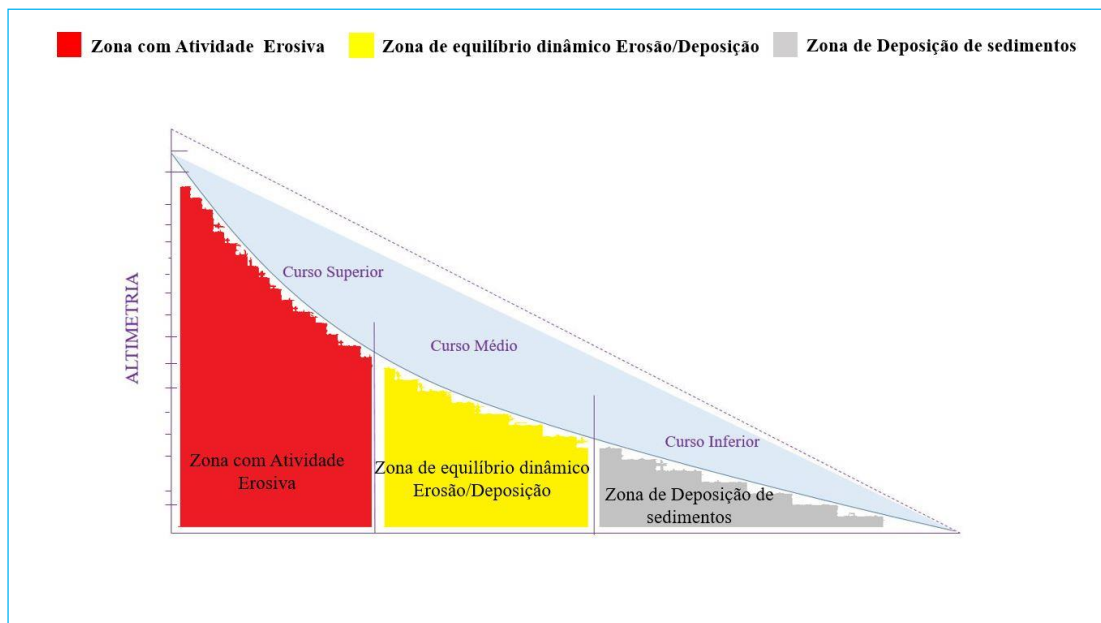
Fonte: Elaboração, Fabiam Gomes, 2023.

Conforme Pereira e Witkoski (2012), a mecânica das águas do rio Amazonas transforma e constrói paisagens naturais, em uma escala tempo considerável este rio soterrou braços de afluentes, estreitou ou alargou canais, comprimiu florestas, aumentou terras, alterou o traçado do rio, criou obstáculos pelo depósito de seus sedimentos,

revelou ilhas depois das cheias ou atalhos pelos furos, erodiu terras e expulsou habitantes de suas margens.

De maneira conjunta ao pensamento posto, é pertinente denotar um importante parâmetro a ser computado, sendo o declive do canal, na qual a altimetria é determinante para a estabilidade e ou a dinâmica conforme o fluxo da água no canal, pensamento este sendo melhor entendido por observação na FIGURA 7.

Figura 7: Processos fluviais atuantes ao longo do perfil longitudinal.



Fonte: Elaboração, Fabiam Gomes, 2023.

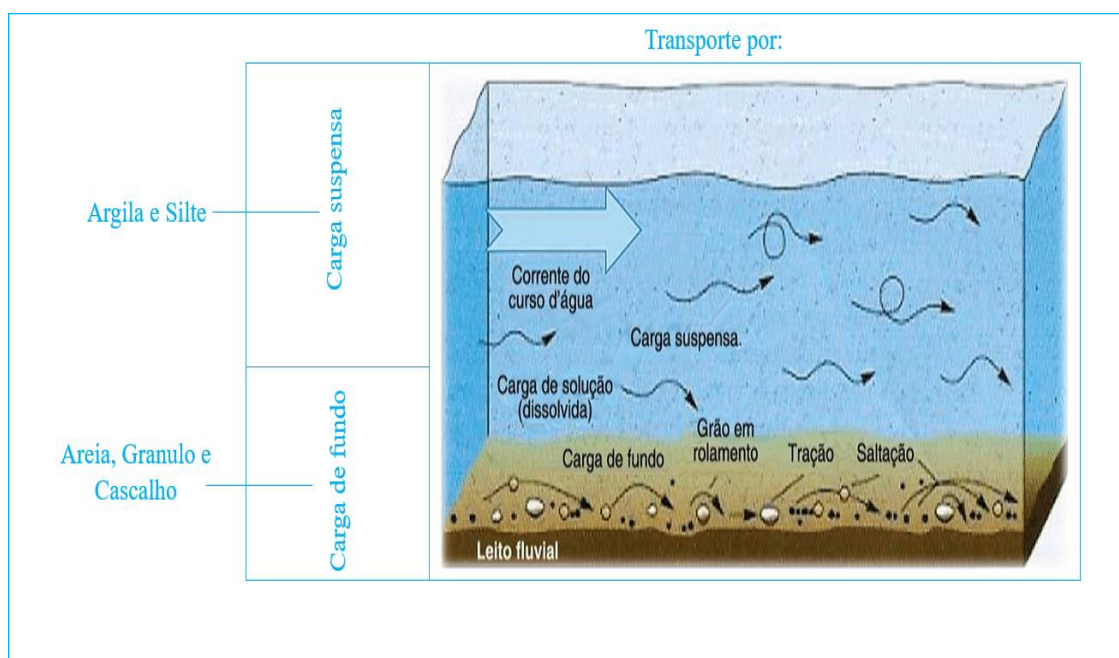
Caracterizando os níveis da altimetria dos cursos fluviais, Araújo (2018) denota que “esses processos ocorrem durante todo o perfil longitudinal do canal fluvial, todavia, em alguns trechos ocorre o predomínio de um ou outro, pois estes dependem da velocidade do fluxo de água”. Nesse sentido, ocorre a divisão do canal fluvial em três partes, curso superior, curso médio e curso inferior, como mostrado na imagem que seguiu.

Em contexto a altimetria e gradiente de fluxo, e sobre condicionadores da gênese fluvial, pode-se entender que, com a retirada do material sedimentar das margens, é formada a carga dissolvida, conhecida conforme Stevaux (2017), como “carga hidráulica (H)” que junto ao gradiente do fluxo das águas nos canais fluviais promovem o intemperismo físico-químico sobre as massas de depósitos antigos e recentes.

Por certo, Carvalho (2012) diz que uma bacia de drenagem ou hidrográfica tem sua conceituação ligada aos sistemas abertos com dinâmicas complexas, comportando múltiplos níveis de organização sendo considerado sistema dinâmico pois está em contínua modificação no tempo.

Nessa perspectiva podemos seguir a linha de raciocínio de Cunha (2022) expondo que “dependendo do declive do rio em sentido longitudinal, a velocidade do fluxo é alterada se tornando um fator condicionante da dinâmica ao longo do canal”, ocorrendo o carregamento em suspensão de partículas de areia, sedimentos médios por saltação e grosseiros por rolamento, conforme exemplificado na FIGURA 8.

Figura 8: Transporte da carga em função da granulação.



Fonte: Fabiam Gomes, (Org.) 2023, Adaptado de Suguio; Bigarella, 1990.

Em virtude dos fatos mencionados, é destacado em consideração ao raciocínio de Christofolletti (1980), que em um sistema hidrográfico em conjunto a seus modeladores fisiográficos o rio pode ser considerado um subsistema aberto não isolado, atuando com troca constante de energia e matéria, tanto perdendo quanto ganhando, por decorrência disto sendo deflagrado as formas de relevo incidentes nos canais fluviais.

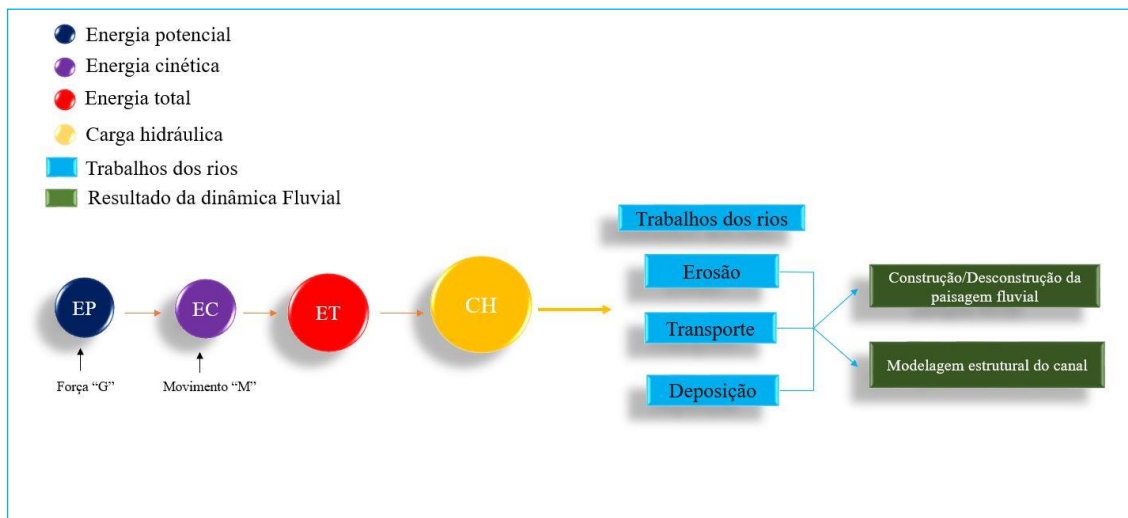
Na lógica de troca de energia e matéria, elucidada Stevaux (2017) que a “água posta sobre qualquer tensão se coloca em movimento ou fluxo, em um todo originando fluxo pela força da gravidade imposta pelo declive do canal por onde a água escoar” iniciando possíveis novas formas no ambiente fluvial.

Através do pensamento explanado, é trazido ao contexto dissertativo, que “através do fluxo hídrico deflagrado pela força da gravidade nos decliveis dos canais, existe o surgimento da Energia Potencial (EP), seguidamente transformada em Energia Cinética (EC), que ao longo do perfil longitudinal integra a Energia Total (ET) ” (STEVAUX 2017, p. 103).

Para melhor entendimento da morfogênese dos rios sob uma visão sistêmica, Stevaux (2017) diz que é necessário demonstrar que a mudança no canal fluvial se dá literalmente a partir da mecânica da energia total (ET), onde a energia total se integraliza pelo fluxo junto à “carga hidráulica (CH). Neste contexto os processos e as gêneses da mecânica fluvial incidem com a água sendo posta em movimento nos declives como já citado pela força “G”, considerações podendo ser observadas no esquema na FIGURA 9 que simula a gênese morfológica sob o aspecto de desconstrução e construção paisagística dentro de um rio.

Considerando a FIGURA 9, todo processo inicia-se com a energia potencial (EP), condicionada pela força da gravidade indicada por (G), seguidamente evolui para energia cinética (EC), sendo a energia do movimento, que consequentemente movimentada a água, e na ordem processual atinge a potencialidade (ET) energia total, que ao longo de toda vazão de fluxo a jusante incide na formação da carga hidráulica representada por (CH); por fricção do impacto hidráulico inicia-se os trabalhos dos rios, erosão, seguida do transporte de sedimento e deposição, impondo a existência da construção/desconstrução paisagística e modelagem estrutural do canal.

Figura 9: Representação gráfica da gênese do sistema dinâmico fluvial.

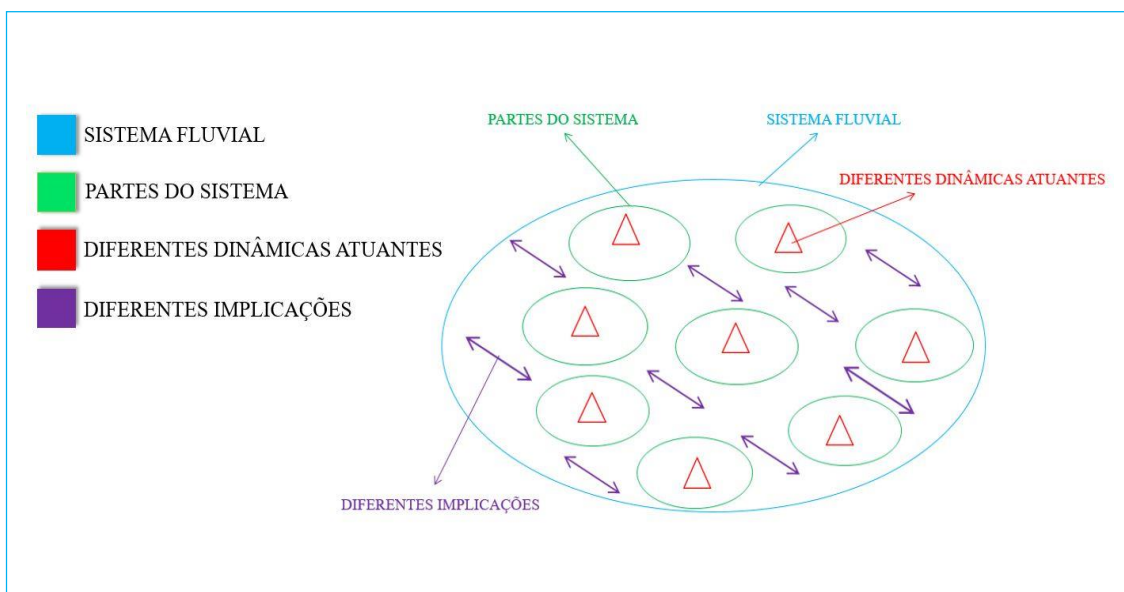


Fonte: Elaboração, Fabiam Gomes, 2023.

É indiscutível que a força “G” tem seu papel impar no processo da mecânica fluvial, onde é criada a energia necessária para iniciar a gênese de processos dinâmicos, neste caso em âmbito fluvial, cujo o funcionamento de agentes erosivos, de transporte e deposição fundamenta-se na lei da gravitação onde o corpo se move declive abaixo, no contexto que se refere o pensamento, conforme Suguio (2003) sem a atuação destes mecanismos de intemperismo o relevo não se modificaria.

Sem a interação de diferentes fatores dinâmicos não seria possível à construção concreta de aparente fisiografia e implicações que rondam o ser humano, nesta lógica os agentes são diferentes, porém não são desconectados entre si, trabalham de maneira diferente, mas coexistem para o funcionamento do sistema maior, isso pode ser observado na FIGURA 10 a qual remete este pensamento.

Figura 10: Representação gráfica do sistema fluvial aberto, dinâmicas e implicações.



Fonte: Elaboração, Fabiam Gomes, 2023.

Seguindo o raciocínio posto, existem partes ou subsistemas que trabalham de forma diferente, contudo são interligados, conduzindo a contrastes fisiográficos. Na calha do Rio Solimões é perceptível que existem municípios que sofrem com implicações deflagradas por processos fluviais em suas áreas urbanas, embora muitos fenômenos ocorram em áreas afastadas outros atingem áreas habitadas, deflagrando consequentemente problemáticas particulares para cada localidade.

Os processos que ocorrem no leito quanto nas margens dos rios, tem sua incidência ligada à composição do material sedimentar encontrado nestes ambientes, são elementos importantes no processo de erosão e consequentemente deposição de

sedimento a jusante, Carvalho (2006) diz que a competência do rio em retirar material de margem depende muito do tipo e do grau de coesão destes solos, é ressaltado ainda que a grande planície de inundação que margeia o rio Amazonas é composta basicamente de sedimentos arenosos finos e pouco coesos do Holoceno.

## **2.1 Condicionadores dinâmicos da Geomorfologia fluvial**

A hidrodinâmica e seu poder transformador são notáveis dentro de rios como no caso do rio Solimões, com período de vazante em determinados pontos ao longo de seu percurso é perceptível o aparecimento de praias, e em mesmo sentido incide também processo erosivos em suas margens, de acordo com Igreja, Carvalho e Franzinelli (2010), processos estes podendo ocorrerem tanto na “vazante dos rios como na cheia, processos cíclicos e acíclicos” desta forma evidenciando que estes fenômenos condicionam a desconstrução paisagística ou vice-versa.

Se posicionado entorno deste pensamento é trazido em pauta por Rodriguez e Silva (2018) que: “uma bacia hidrográfica pode ser entendida como unidade de planejamento ambiental sendo uma unidade particularmente sistêmica, podendo ser definida como espaço com organização conforme o escoamento de determinados fluxos hídricos”.

A atuação do dinamismo fluvial para determinados fenômenos tem acréscimo atuante de diferentes fatores em sua gênese, e assim deflagra diferentes características morfológicas e implicações, isso em consideração a rios com volume de água notáveis, clima e também influência geológica e antropogênica.

Seguindo este modo de pensar, Carvalho (2012) explana que:

No rio Amazonas os principais fatores que atuam dentro do canal e que se aponta como os principais responsáveis pela erosão lateral acelerada é a grande energia contida em seu descomunal volume de água, associada às “macroturbulências” com que os fluxos se deslocam dentro do canal e o peso que esse volume de água exerce dentro do mesmo (CARVALHO, 2012, p. 87).

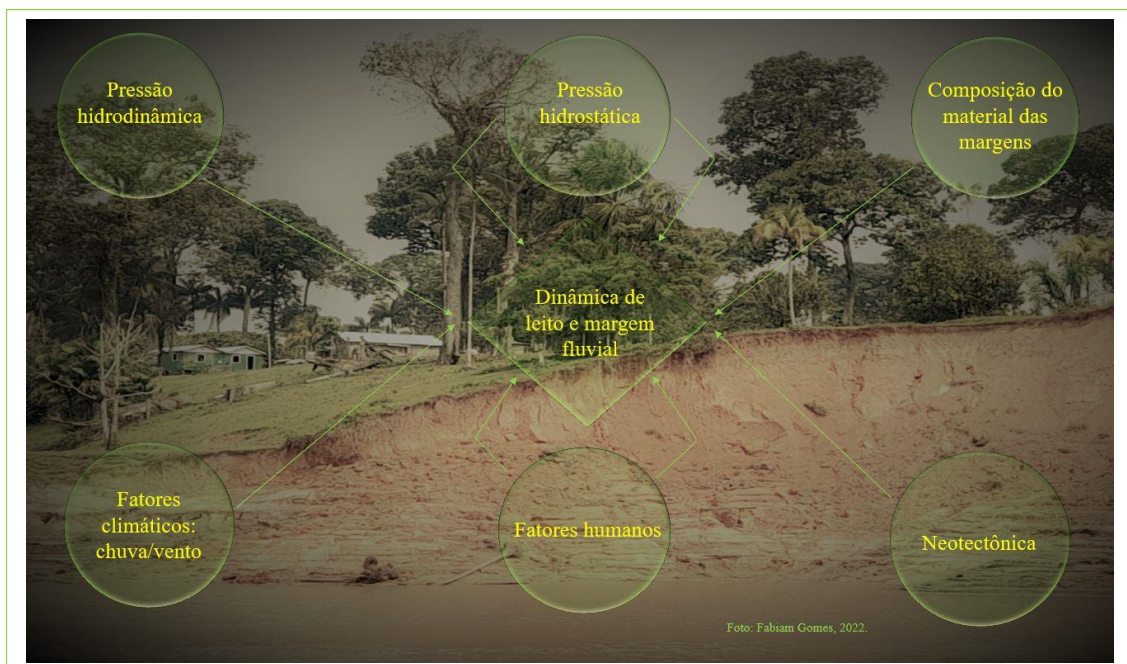
Pondo em questão a dinâmica fluvial, “os rios que percorrem a região amazônica desenvolvem seus canais das planícies modernas formadas por eles mesmos, ou depósitos mais antigos, que formam o substrato da bacia hidrográfica e que, em alguns

trechos afloram formando as margens dos canais” (IGREJA, CARVALHO e FRANZINELLI, 2010, p. 135).

Carvalho (2012), explanou em sua tese os principais fatores condicionadores da dinâmica fluvial: a *Pressão Hidrodinâmica*, associada ao volume de água exercendo pressão vertical devido ao seu peso e pela velocidade e distribuição do fluxo dentro do canal, *Pressão Hidrostática* ligada a capacidade de retenção de água no pacote sedimentar, a *Neotectônica* incidindo no macro-controle estrutural produzindo novas linhas de fraqueza.

Assim como fatores *climáticos*, com chuva e vento, a *Composição do material das margens*, onde granulometria dos sedimentos influencia no tipo e grau de erosão nas margens, neotectônica e a *Participação humana* ainda que em escala diminuta com o desmatamento das margens do rio Amazonas e também com os banheiros dos barcos, estes conceitos podem ser observados de forma organizada na FIGURA 11.

Figura 11: Fatores condicionadores da dinâmica fluvial.



Fonte: Elaboração, Fabiam Gomes, 2023.

Fator importante a ser denotado também entre estes apresentados por Carvalho (2012), é a sazonalidade dos rios, principalmente na estação de seca, pois com as águas baixas existe transtornos por aparecimento de praias, resultado de erosão e consequente depósito em canal fluvial. Fato que foi apresentado por Pina e Gomes (2018), relacionando o processo de deposição a uma problemática ocorrente no canal Três



Irmãos, canal que banha a zona portuária do município de Tabatinga-AM na calha do alto rio Solimões:

As análises dos fatores transformadores da paisagem na área delimitada demonstrou que ocorreu uma modificação na dinâmica morfológica da área, situação essa condicionada pelos trabalhos do próprio rio Solimões. O ponto crucial foi uma intensa mudança da paisagem na área, no qual o processo de deposição de sedimentos foi o elemento mais importante, promovendo modificações no leito do canal como consequência do processo de deposição. As imagens indicam que aparentemente o leito ficou mais raso, assim dessa maneira deduz-se, um fluxo menor e conseqüentemente a mudança de hierarquia de canal principal para canal secundário (PINA e GOMES 2018, p. 10).

No rio Solimões é notável a dificuldade referente ao transporte fluvial em partes de todo seu curso, e ao se delimitar em escala menor, estes processos naturais relacionados à hidrodinâmica do rio ocasionam transtornos em determinados municípios, que com a sazonalidade tanto para cheias como para secas, acabam incidindo em algum tipo de influência negativa.

A dimensão dos efeitos que os processos fluviais do rio Solimões causam na paisagem chama a atenção, e conseqüentemente estes processos naturais resultam em problemas para determinadas localidades, implicações para os moradores que habitam essas áreas, neste caso tornam-se ainda mais impressionantes (CARNEIRO *et al.*, 2009), assim sendo a FIGURA 12 denota bem as paisagens nos canais do rio Solimões.

Figura 12: Paisagens ocorrentes no rio Solimões.



Fonte: (A) Exército Brasileiro 11/11/2017. (B) Fabiam Gomes 24/01/2018. (C) Fabiam Gomes 16/07/2018. (D) Marinha do Brasil, 25/01/2019, (Org). Fabiam Gomes, 2023.

Na imagem (A) está em destaque na parte superior a ilha peruana de Santa Rosa em frente à cidade de Tabatinga-AM, que se localiza na tríplice fronteira entre Brasil, Colômbia e Peru, neste caso é perceptível a formação de pequenas ilhas ao seu redor mostrando a modificação da paisagem em processo contínuo.

Por seguinte a imagem (B) é denotado o processo erosivo das terras caídas e seu poder transformador no município de São Paulo de Olivença-AM.

Imagem (C) está em destaque município de Santo Antônio do Içá-AM, onde é presenciada a paisagem onde rio com a subida das águas está próximo de submergir parte do pacote sedimentar.

Logo na imagem (D) é notável a paisagem com a praia em destaque junto ao crescimento de arbustos em sua área de deposição, no entanto como condiz o tema do trabalho em questão, junto a isso traz também implicações perante o povo residente no município de Amatura-AM.

Na figura destacada, foi possível observar que a caracterização destas feições paisagísticas se contrasta, e isso se deve à interação de diferentes condicionadores e processos dinâmicos atuantes nestes ambientes fluviais.

### **3. Processos erosivos das Terras Caídas**

Na Amazônia é perceptível quantidade de rios que constituem sua bacia, nesta lógica, Gomes (2017) relata que por conta de grandes distâncias a serem percorridas, pesquisas na região tornam-se muitas vezes dificultosas.

Dando a entender que algumas ideias apresentadas por pesquisadores que não visitaram estas áreas fogem a realidade morfológica locais, questões estas associadas às terras caídas, por exemplo, essas concepções adquirem dimensões mais grandiosas quando aplicadas ao rio Amazonas, pois a concepção de rios fora do contexto amazônico, são pequenos riachos com pouco poder funcional dentro de seu curso.

Sobre as terras caídas, podemos conceituar estes fenômenos e tirar possíveis explicações sobre a temática obtendo conhecimentos baseados na prática da pesquisa científica com metodologia apropriada para obtenção de dados e informações coerentes sobre o fenômeno.

Para Carvalho (2006) terras caídas é um termo regional amazônico usado:

Principalmente para designar erosão fluvial acelerada que envolve desde os processos mais simples a altamente complexos, englobando indiferenciadamente escorregamento, deslizamento, desmoronamento e desabamento que acontece às vezes em escala quase que imperceptível, pontual, recorrente e não raro, catastrófico, afetando em muitos casos distâncias quilométricas. É um fenômeno predominantemente complexo, inter-relacionado causado por fatores hidrodinâmico, hidrostático, litológico, climático, neotectônico e ainda que em pequena escala antropogênico (Carvalho, 2006, p. 55).

Baseando-se ainda em Carvalho (2012), é entendido que a erosão das margens fluviais do rio Amazonas é responsável por constantes mudanças na paisagem ribeirinha e causadora de implicações aos moradores, afetando comunidades, povoados, vilas e cidades localizadas em suas margens.

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 que imperceptível, pontual, recorrente e não raro acontece de forma catastrófica**, afetando em muitos casos extensões quilométricas da margem (Carvalho, 2012, p. 17, grifo do autor).

Levando em consideração que os fenômenos das terras caídas, elas são comuns no cotidiano destas pessoas, suas ações destruidoras se tornam problemas eminentes a serem enfrentados, dando ênfase ao assunto, Teixeira (2010) expõe que:

No estado do Amazonas, as áreas suscetíveis a tal tipo de riscos estão associadas, principalmente, à ocupação das margens da rede de drenagem, sujeitas a inundações e ao solapamento dos taludes dos canais fluviais, uma vez que praticamente todos os municípios amazonenses possuem suas sedes localizadas nas margens dos grandes rios: Amazonas, Negro, Solimões, Madeira, Purus, Juruá, Japurá e Javari (TEIXEIRA, 2010, p. 89).

Carneiro (2009) expõe que a erosão lateral dos rios de águas brancas da Amazônia é conhecida localmente como “terras caídas” ou “quedas de barranco” onde Carvalho (2006) chamou a atenção para a inadequação da definição de erosão lateral, onde reforça Gomes (2017) ressaltando que “algumas ideias apresentadas por

pesquisadores que não visitaram estas áreas, fogem a realidade morfológica locais”. Na FIGURA 13 podemos observar características de ocorrência das Terras caídas, município de Jutaf-AM

Figura 13: Terras caídas, denotação de seu poder erosivo.



Fonte: Fabiam Gomes, 06/09/2022

As erosões condicionadas por ação erosiva dos rios são frequentes em diversos pontos nas margens do rio Solimões, podendo, esses processos erosivos serem cíclicos e acíclicos, atingindo depósitos recentes como diques marginais em processos de formação de ilhas, e ou parte de terra firme “formação mais antigas” como pereçoível na imagem mostrada.

Em virtude dos fatos mencionados, Igreja, Carvalho e Franzinelli (2010), apresentam características em que se deflagram os eventos das terras caídas:

[...] sobre tudo o mês de março, quando se verifica a maior potência (liquida) do ciclo hidrológico na Amazônia, crescendo-se à progressiva eliminação da floresta equatorial, intensificam-se os **processos cíclicos** das terras caídas. Assim em março e abril essencialmente ocorrem terras caídas cíclicas pluviais, outubro/novembro e junho terras caídas cíclicas de seca e enchentes respectivamente. Para os demais meses **terras caídas acíclicas**- fatores climáticos não são tão importantes quanto os hidrodinâmicos (erosão fluvial), litológicos, neotectônicos e antropogênicos, embora eventualmente uma chuva torrencial possa constitui-se na causa principal inclusive urbana (IGREJA, CARVALHO e FRANZINELLI, 2010, p. 136, grifo do autor).

O pensamento exposto esclarece que existem distintos condicionadores que se relacionam com os movimentos de massa, porém cada fator pode ser incidente em determinada circunstância, e de pequena influência em outro caso, nessa mesma linha de pensamento o autor ainda ressalta que o fator climático como as chuvas (caracterizando processos cíclicos, com a subida e descida dos rios) tem relevância notável em relação aos hidrodinâmicos, litológicos e neotectônicos (fatores erosivos acíclicos).

Sobre processos cíclicos e acíclicos, Freitas (2020) infere que:

Os deslizamentos podem ocorrer de duas maneiras: quando o rio está completamente cheio (capacidade máxima) e / ou quando o nível da água está subindo ou descendo. Durante as inundações, o enfraquecimento é caracterizado pelo colapso e submersão de massas extensas. Muitas vezes, quando essas massas de terra são minadas, elas são separadas da margem do rio e são removidas pela corrente e, assim, formam ilhas flutuantes. Quando o nível da água está subindo ou descendo, isto é, quando o rio não está em seu nível máximo de inundação, a corrente do rio remove material mais rentável da porção mais profunda do rio (geralmente abaixo do nível das raízes das árvores) e parte da ravina desmorona ou cai por causa da gravidade (FREITAS, 2020, p. 73).

Dando ênfase ao pensamento citado, Carvalho (2012) expressa que a análise e interpretação de fenômenos de âmbito fluvial apontam para o fato de o rio Amazonas resulta de um processo muito mais dinâmico e complexo do que aparece na literatura, fica claro que os fundamentos conceituais clássicos não dão conta de se compreender e explicar as terras caídas nas margens do rio Amazonas, pois outros fatores atuam no processo aumentando a complexidade dos fenômenos.

Segundo a historiografia, relacionando-se as terras caídas com influências geológicas, a história do Cenozóico na Bacia do Amazonas ainda é pouco conhecida. Assim os depósitos mais jovens da Bacia do Amazonas foram conhecidos somente a partir do início deste século, depósitos cenozóicos foram descritos localmente nos terraços dos rios Solimões e Amazonas, solo que também sofrem ação erosiva das terras caídas, (MELO; VILAS BOAS 1993 *apud* ANDRETTA, 2018).

Carvalho (2006) mostra que a neotectônica também exerce fator importante na configuração da paisagem da Amazônia, assim o seu estudo ela tem se mostrado uma ferramenta importante na identificação de descontinuidade no padrão de relevo e anomalias no padrão de drenagem, porém, nos estudos de erosão de margem constatou-

se a ausência absoluta de análise da relação da neotectônica com os estudos de geomorfologia fluvial, mais especificamente com os estudos de erosão de margem. No QUADRO 2, segue outros fatores condicionantes deste tipo de movimento de massa.

Quadro 2: Principais fatores reconhecidamente promotores das terras caídas.

	Hidrodinâmicos	Litológicos	Climáticos	Hidroestática	Neotectônicos
Regional	Diminuição do relevo (altitude e desníveis), Variação sazonal do nível de água e ( pressão hidroestática).	Constituição essencialmente sedimentar das formações geológicas, tipos de depósitos etc...	Estiagem e insolação, chuva torrenciais, vento, mudanças globais: secas e enchentes anormais.	Relacionada com a pressão da água no pacote sedimentar causada pelo peso e pela força de gravidade.	Tensão intraplaca, neotectônica, zona de principal de deformação Solimões- Amazonas.
Local	Corrente fluvial solapando o barranco, pressão hidroestática promovendo fraturas de margens de rios, lagos, paranás.	Composição e compactação de solos e sedimento expostos, descontinuidades estruturais, falhas fraturas...	Temperaturas elevadas, nos cinturões quartanários (desagregação das areais e das argilas, chuvas locais .	Quanto maior for o volume de água, maior é a pressão e a consequente capacidade de escorregamento e deslizamento	Linhamentos secundários, falhas, cruzamentos de falhas, juntas neotectônicas quartarias, e antigas reativadas.
Parâmetros	Corrente: volume, velocidade, carga solida, profundidade, vórtice, variação dos níveis sazonais.	Compactação, coesão/porosidade, permeabilidade, idade conteúdo da matéria orgânica.	Estagio no ciclo de Milankovich, volume, frequência, atividades aquosas e sub aéreas.	Planície de inundação, volume de água, pacote sedimentar, nível da água do rio	Sismos, ciclicidade, frequência, intensidade, magnitude, relevo.

Fonte: Fabiam Gomes, 2023, adaptado de Igreja, Carvalho e Franzinelli.

Estas erosões denominadas terras caídas consistem em deslocamentos de solos, sedimentos e/ou rochas de vários tipos, uma vez que “englobados neste termo regional amazônico, encontram-se fluxos de sedimentos, abatimentos, deslizamentos desmoronamentos e desabamentos com diferentes mecanismos de movimentação de massa, diferentes velocidade, processos e causas.” (IGREJA, CARVALHO, FRANZINELLI 2010, p. 142).

Ao considerar os condicionadores e processos, o poder de transformação dos rios na Amazônia tende a pôr os povos ribeirinhos em alerta constante, exigindo adaptação às suas mudanças, pois ao fazer de suas margens seu habitat os moradores estarão sujeitos ao poder da dinâmica fluvial contido neste sistema hidrográfico.

#### 4. Processo de deposição sedimentar

Denota-se que na vazante do rio Solimões é notável a dificuldade referente ao transporte fluvial em todo seu curso, estes processos naturais relacionados à hidrodinâmica do rio ocasionam transtornos em determinados municípios, que, com a

sazonalidade acabam por impor algum tipo de influência negativa por conta dos eventos naturais.

O processo hidrodinâmico e seu poder transformador, é um modificador ativo da paisagem dentro do rio Solimões, com as águas baixas no período de vazante em determinados pontos ao longo de seu percurso é perceptível o aparecimento de praias, o mais comum em relação a este fenômeno é o surgimento em locais desabitados, porém estes quando se deflagram em lugares habitados é sinônimo de tribulação social.

Sobre o surgimento de deposição de sedimentos (praias, bancos de areia) Novo (2008) explica que estes se caracterizam como todo material transportado por um rio e depositado em vários pontos ao longo de seu curso, onde tal processo se dá por fatores correspondentes ao gradiente, velocidade do fluxo e profundidade do canal.

Dando ênfase ao assunto, Aleixo (2006) ressalta que:

A capacidade de transporte sólido é definida como a quantidade de sedimentos que o curso de água pode transportar. Se a capacidade de transporte for maior que a carga sólida, verificar-se-á a erosão do leito; em caso de igualdade entre a capacidade de transporte e a carga sólida, o leito dir-se-á em equilíbrio, significando isso que a quantidade de sedimentos retirada por erosão é compensada por uma similar quantidade de sedimentos depositados (ALEIXO, 2006, p. 8).

Sobre a taxa de sedimentação e pontos influentes neste processo Suguio (2003) denota que:

Ela representa a velocidade de acumulação de sedimentos em um ambiente, comumente subaquático, medida pela espessura depositada em um determinado intervalo de tempo. O valor absoluto deste parâmetro é muito difícil de ser determinado, pois fases de sedimentação alternam-se com deposição mais lenta, de não deposição ou mesmo de erosão e, além disso, são muito variáveis de um local a outro de um mesmo ambiente (SUGUIO, 2003, p. 39).

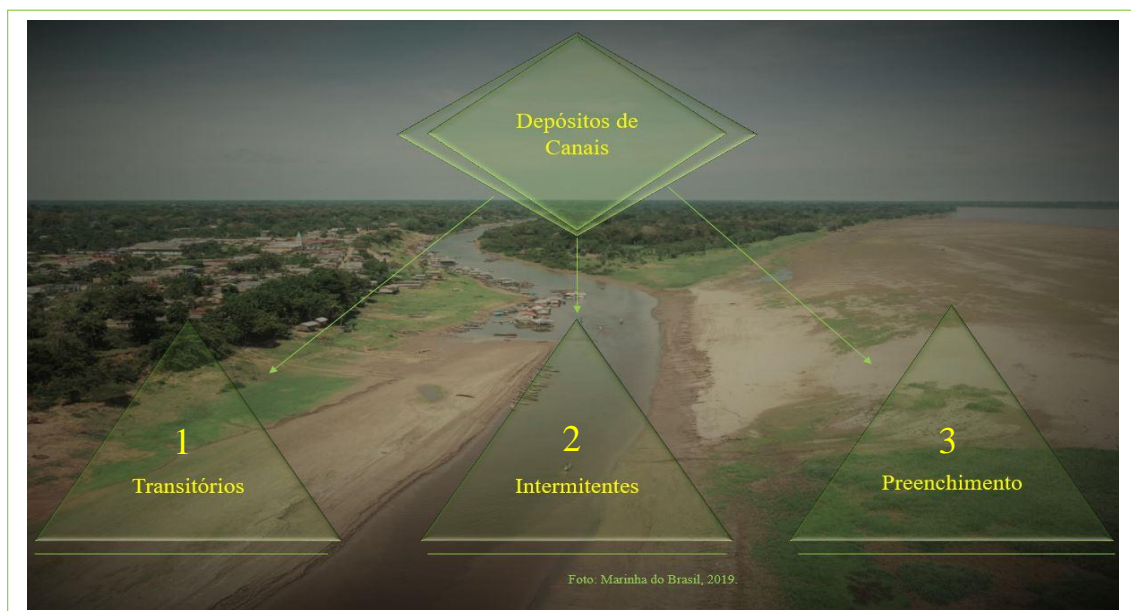
Em relação ao processo de deposição, Aleixo (2006) ainda ressalta que: por conta do equilíbrio entre a capacidade de transporte e carga sólida e entre outros fatores é deflagrada a deposição de sedimentos.

Seguindo estes conceitos, é considerado por Christofolletti (1981) que o processo de deposição fluvial inclui toda dinâmica da bacia de drenagem, assim sendo ela é responsável por fornecimento da carga detrítica aos cursos de água, deflagrando assim o fenômeno natural de maior ocorrência na estruturação de canais e de paisagens encontradas na superfície terrestre.

Em contexto ao pensamento exposto é trazido, que ao longo do perfil longitudinal, com uma velocidade baixa e estável as águas fluem em harmonia, constituindo o fluxo calmo, “no qual a erosão é nula e o transporte sedimentar é diminuto havendo deslocamento de apenas partículas finas, característica propicia ao processo de deposição de partículas maiores” (CUNHA, 2022, p. 231).

Se dispendo ao raciocínio, e entendimento sobre à deposição de sedimentos, é obtido duas classificações para o processo em questão, por consequência de sua ocorrência é demonstrado que eles podem se deflagrar em duas situações, esclarece Novo (2008): “depósitos de canais, e depósitos de planícies de inundação” onde para cada tipo de depósito citado havendo três subdivisões deposicionais, conforme demonstrado nas ilustrações a seguir na FIGURA 14 e 15.

Figura 14: Depósito de canal.



Fonte: Elaboração, Fabiam Gomes, 2023.

- 1) Depósito de canal transitório: ocorre no leito durante dois episódios sucessíveis da variação da vazão do rio, onde todo esse sedimento depositado será removido

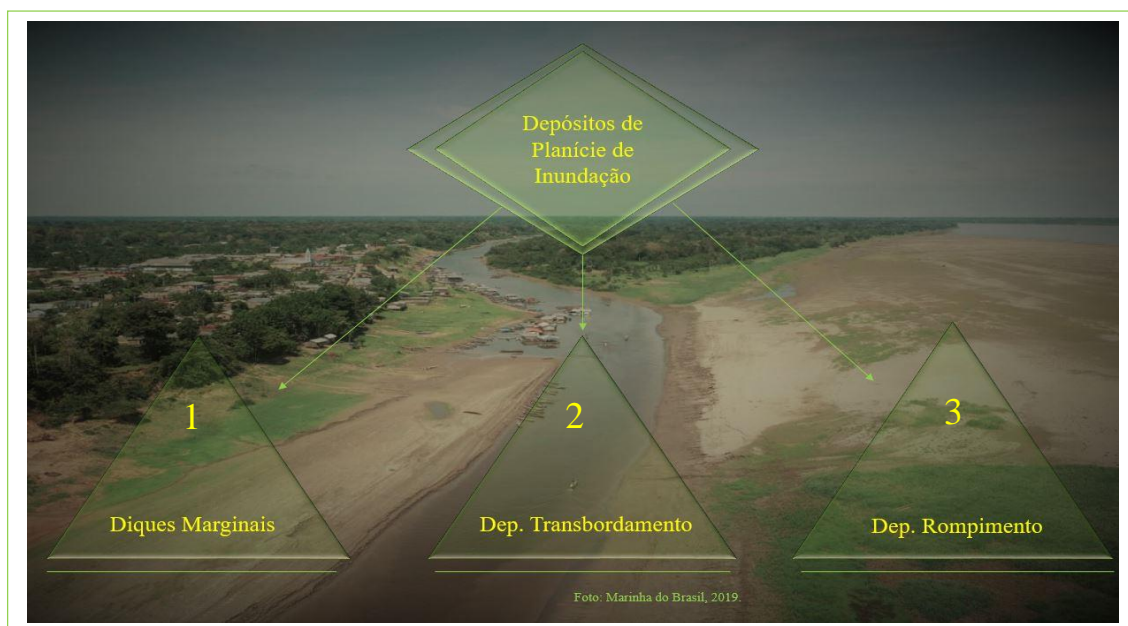


conforme o rio readquirir a capacidade de transporte atingindo um gradiente suficiente para tal ação.

- 2) Depósitos intermitentes: “os depósitos intermitentes são formas de deposição descontínuas, e que duram mais tempo em comparação ao depósito transitório, sendo somente movimentado por período de tempo raro.
- 3) Depósitos de preenchimento: “eles são deflagrados em canais que já têm seus trabalhos equilibrados como os meandros abandonados, que somente recebem sedimentos em época de enchentes.

Os depósitos de canais podem ser entendidos também por barras arenosas, podendo também se transformar em outras formas, seguindo esta lógica Christofolletti (1980) diz que devido a inconsistência do material dendrítico, há facilidade para movimentação de sedimentos e para esculturação de formas topográficas, onde a topografia de leitos e margens surgem como deformáveis e com notável mutabilidade.

Figura 15: Depósitos de planície de inundação.



Fonte: Elaboração, Fabiam Gomes, 2023.

- 1) Diques marginais: são típicas formações marginais com granulação de areia fina, variável entre silte e argila, que acompanham o canal, sendo uma faixa elevada, alongada e descontínua e estreita.
- 2) Depósitos de transbordamento: tendo esse processo ocorrente durante a hidrodinâmica dos rios, que com a subida das águas, os diques são ultrapassados e se não forem rompidos são classificados de depósitos de transbordamento.

- 3) Depósitos de rompimentos: são diques que proporcionam a formação de canais transitórios, que tem sua duração sazonal, que com o passar do tempo podem evoluir para canais secundários ou paranás.

À vista dos modelos e conceitos denotados, as deposições podem ser consideradas dentro da geomorfologia fluvial barras arenosas, havendo conforme Suguio; Bigarella (1979, *apud* STEVAUX, 2017, p. 145), “poucas propostas de classificação destas barras para rios brasileiros, por tanto é usada uma classificação mista de barras fluviais considerando a posição no canal (barras laterais e longitudinais) [...]”.

## **CAPÍTULO II : CARACTERIZAÇÃO DA GEODIVERSIDADE REGIONAL**

A caracterização da região onde ocorre o devido estudo tem em seu corpo dissertativo concepções sobre a evolução da bacia sedimentar assim como da bacia hidrográfica, exaltando da formação geológica e geomorfológica da bacia hidrográfica do Amazonas, explanando sua caracterização climática e hidrológica.

### **1. Origem e evolução da bacia Sedimentar/Hidrográfica amazônica.**

Segundo a historiografia de estudos realizados entorno da origem da bacia sedimentar amazônica, foram consideradas hipóteses de que esta bacia teve sua origem a partir da deposição de detritos, oriundos de formações geológicas que circundam suas limitações, “onde isso pode ter ocorrido há cerca de 450 milhões de anos, quando existia um mar cercado por duas grandes ilhas, surgidas no arqueano ou pré-cambriano inferior, algo entorno de 2,2 bilhões de anos, que deram origem aos escudos cristalinos das Guianas ao norte, e Brasileiro ao sul, (CPRM, 2003).

De acordo com Fisch *et al.* (1998), a bacia amazônica é a mais extensa rede hidrográfica do globo terrestre; é limitada a oeste pela Cordilheira dos Andes, a norte pelo Planalto das Guianas, ao sul pelo Planalto Central e a leste pelo Oceano Atlântico, a sazonalidade e abundância das precipitações na região dos Andes influencia o nível das águas nos rios Solimões/Amazonas, por produzir uma flutuação anual, regular e de grande amplitude.

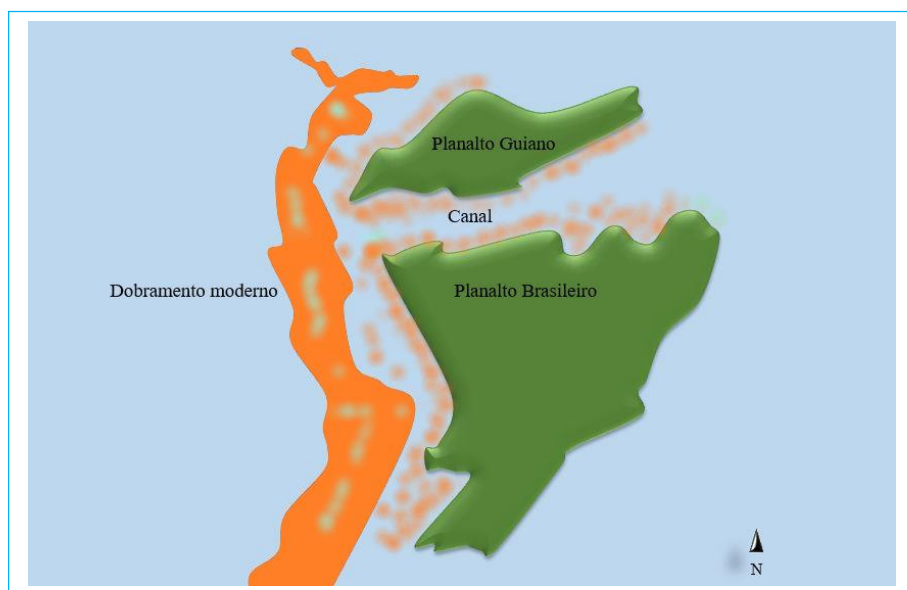
Para Hayakawa *et al.* (2010) o entendimento da formação hidrográfica amazônica é complexo:

Neste sentido, a identificação e o mapeamento das inúmeras feições fluviais atuais e pretéritas presentes na Amazônia são fundamentais em discussões que envolvam a gênese e evolução dos sistemas fluviais amazônicos. A presença de uma complexidade de sistemas de drenagem, tanto atuais como palimpsestas (principalmente paleocanais) e a presença de feições morfoestruturais que podem ser consideradas como sugestivas de drenagem controlada por causa tectônica (p.e., variação de padrões, canais retilíneos, estreitamento anômalo de vales, rias, curvas anômalas, incidência de terraços, etc.), como apresentados nos trabalhos de Bemerguy (1997), Bezerra (2003), Costa, (2001); Costa et al. (1996), Silva (2005) despertam a atenção sobre os reais fatores que controlaram a evolução de tais sistemas fluviais. (HAYAKAWA *et al.*, 2010, p. 21).

Considerando o pensamento trazido, os aspectos atuais dos sistemas fluviais revela uma gama de fatores inter-relacionados como por exemplo o clima, relevo, solo, litologia, tectônica, vegetação, que atuaram principalmente nos últimos dois períodos geológicos, considerando o “Neógeno e Quaternário, assim devido à complexa relação entre estas variáveis, a reconstituição da evolução de sistemas fluviais no tempo geológico é tarefa de difícil abordagem, e requer esforços interdisciplinares” (HAYAKAWA *et al.*, 2010, p. 20).

Se voltando a formação hidrográfica/sedimentar, decorrente de processos endógenos, sendo mais enfático, “os movimentos das placas tectônicas”, deram início ao levantamento da crosta terrestre a oeste das ilhas citadas, deflagrando assim a origem da Cordilheira dos Andes, um dos dobramentos modernos da terra, trancando a ligação entre as águas marinhas, constituindo o mar interior amazônico, conforme é mostrado na FIGURA 16.

Figura 16: Esboço da gênese sedimentar e hidrográfica amazônica.



Fonte: Modificado de Noronha, 2003.

Na imagem é mostrado a formação de um canal entre as duas ilhas, canal que seria entulhado de sedimentos ao longo dos tempos, isto por conta do soerguimento, e ao mesmo tempo a ação dos agentes exógenos, que forneceram sedimentos durante milhões de anos, materiais estes decompostos dos terrenos andinos e escudos cristalinos Guiano e Brasileiro, que no futuro daria origem a bacia sedimentar amazônica.

Em composição morfogenética da bacia hidrográfica amazônica, é imprescindível não falar sobre o processo de formação da bacia sedimentar, Suguio (2003) esclarece que a sedimentologia é uma disciplina que dá ênfase e tem como função estudos sobre desintegração, erosão, erosão e transporte, ajudando a compreender os eventos que condicionam formações sedimentares.

Seguindo este raciocínio, é destacado por Suguio (2003) que:

No espaço ente área-fonte e área de deposição, são desenvolvidos fenômenos de erosão e de transporte e, por outro lado, no sítio de deposição ocorrem fenômenos de sedimentação por processos físicos (mecânicos), químicos ou orgânicos. Obviamente, durante o desenrolar destes processos, as mudanças climáticas são particularmente importantes [...] (SUGUIO, 2003, p. 4).

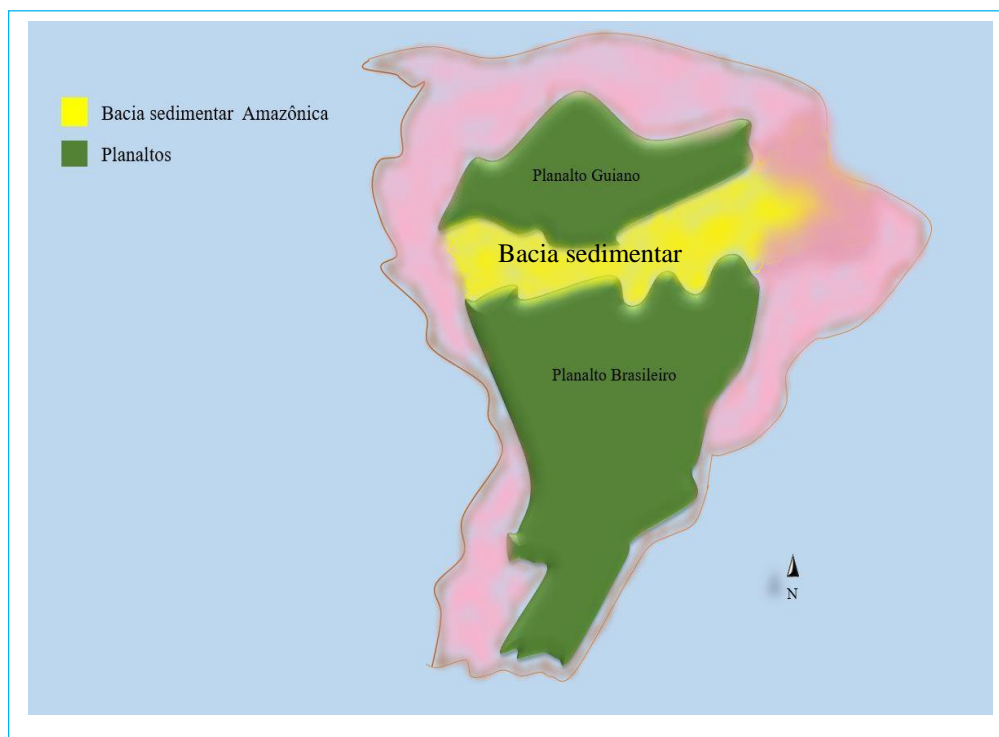
Argumenta-se favoravelmente ao contexto da bacia sedimentar amazônica, especulações levantadas sobre a sua formação, sendo expressado que houve processos e transformações em escala de tempo geológico com períodos longos, mostrando o poder da natureza, onde a tectônica de placas e os soerguimentos expuseram a matéria (formações rochosas) criando cadeias montanhosas, dadas como áreas-fontes de sedimentos.

Os agentes exógenos como fatores fundamentais no processo de formulação paisagísticas, usam de seu poder para esculpir e modifica-la criando novos ambientes, e dentre investigações com intuito de conhecer estes ambientes, “os estudos de sedimentos recentes de origens lacustre, fluvial, desértico e glacial têm fornecido informações igualmente interessantes para entendermos melhor as suas relações com as mudanças paleoambientais” (SUGUIO, 2003, p. 5).

Ligando-se à formação hidrográfica amazônica em períodos iniciais, contextualizando sua gênese aos processos citados, Noronha (2003) ressalta que, conforme soerguimento, junto aos processos físicos químicos exógenos, foram

transferidos sedimentos de áreas mais altas para áreas mais baixas, e assim a bacia amazônica tomou forma, observar a bacia sedimentar FIGURA 17.

Figura 17: Esboço da Bacia sedimentar/Planície Amazônica.



Fonte: Modificado de Noronha, 2003.

Souza e Nogueira (2009) explanam que “atualmente o Cráton Amazônico subdivide-se em províncias geocronológicas, cuja evolução envolveu ciclos orogênicos com retrabalhamento de crosta continental”, dessa forma dando a entender que este processo acabou concebendo áreas fonte de sedimentos e adição de material juvenil para formação sedimentar.

Os processos erosivos tiveram fundamental importância para a constituição da bacia sedimentar que conhecemos hoje, eventos em escala de tempo com períodos longos, processos que durante suas incidências demonstraram, conforme Suguio (2003) o conceito de ciclo de erosão, o qual que foi sistematizado por Davis em (1989), que propôs os estágios sucessivos de evolução denominados de juventude, maturidade e senilidade, fato que sem dúvida a região amazônica teve no processo de sua gênese.

## 2. Aspectos Geológicos do estado do Amazonas

Conforme Carvalho (2012), a bacia sedimentar amazônica, assim como as bacias do Paraná e do Parnaíba foram as primeiras a se formarem sobre o continente

Sulamericano. Petri (1983) ressalta que essas bacias tiveram sua origem ainda no Paleozóico onde três camadas de sedimentos de origem marinha, respectivamente, siluriana, devoniana e carbonífera, foram depositadas nas referidas bacias durante as transgressões do continente, sendo as mesmas posteriormente sobrepostas por camadas de sedimentos continentais depositados a partir do Cretáceo e intensificados no Terciário.

Diante da possibilidade de conceituar os aspectos geológicos do estado do Amazonas, de antemão, para um melhor entendimento entorno da formação em destaque é pertinente inferir que esta estrutura exemplificada não tem em sua unidade, sedimentos provindos de uma única área fonte, e também pode ser explanado que os tipos depósitos não seguem uma escala temporal idêntica às outras formações do substrato, assim caracterizando que no território do estado do Amazonas não existe apenas um tipo de cobertura sedimentar consolidada.

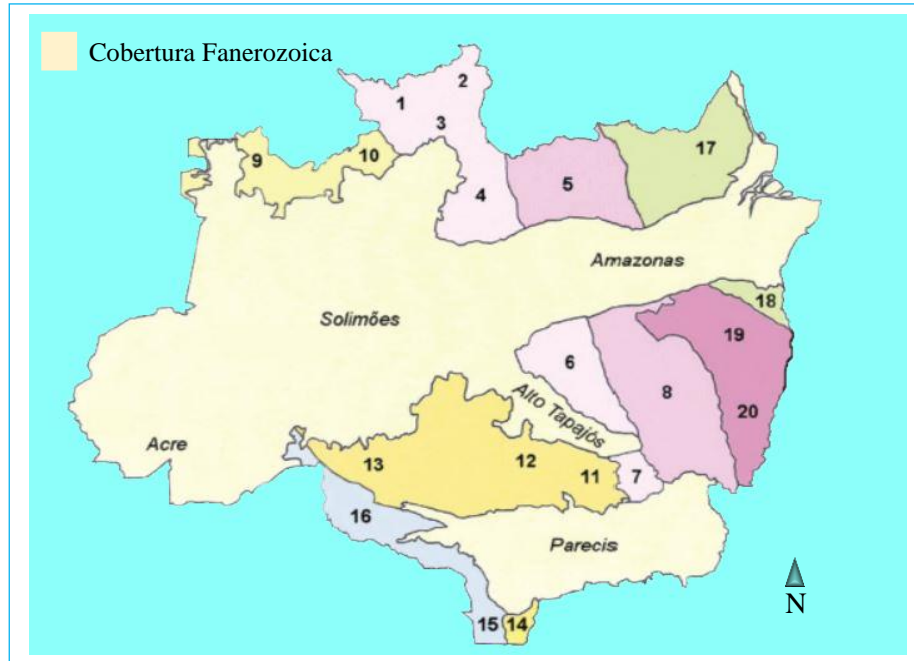
Sobre os aspectos geológicos, é mostrado que “carência de informações geológicas em várias áreas da região Amazônica tem conduzido frequentes atualizações e revisões das propostas de subdivisão geológica do Cráton Amazônico, principalmente em face aos novos dados de mapeamento geológico” (SOUZA e NOGUEIRA 2009, p. 17).

Levando em consideração o pensamento de Souza e Nogueira (2009), Abinader (2009), ressalta que:

Pode-se dizer que as exposições às margens dos rios amazônicos são realmente “janelas de oportunidade” para a observação do registro geológico. Atualmente as interpretações da origem e idade dos depósitos sedimentares cenozóicos desta região são variadas. Enquanto o registro cenozóico é incontestável nas bacias subandinas e do Solimões, depósitos desta idade na Bacia do Amazonas são ainda pouco conhecidos. Os dados estratigráficos para a Bacia do Amazonas ainda são escassos e não permitem entender com maior precisão a história geológica dos últimos 30 milhões de anos desta região (ABINADER, 2008, p. 1).

Reis e Almeida (2010) proferem que, geologicamente o estado do Amazonas é caracterizado por extensa cobertura sedimentar fanerozoica, representada pelas bacias do Acre, Solimões, Amazonas e Alto Tapajós, depositadas em um substrato rochoso pré-cambriano onde ocorrem rochas de natureza ígnea, metamórfica e sedimentar, na (FIGURA 18) é mostrado a cobertura sedimentar na Amazônia.

Figura 18: Área sedimentar na Amazônia.



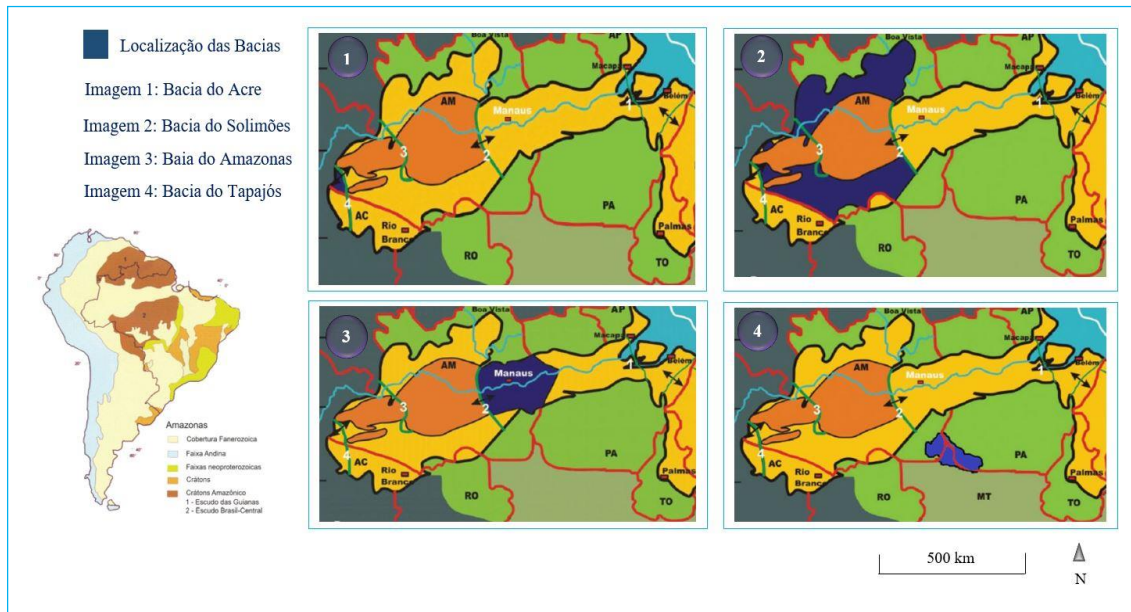
Fonte: Recorte (Org.) de Geodiversidade do Amazonas, 2010.

Oliveira e Mourão (2017), explanam que ela é formada predominantemente de rochas sedimentares, que surgiram no momento em que a litosfera, no caso os escudos e o dobramento andino sofreram ação dos agentes exógenos ou erosivos (água, vento, temperatura e etc.).

Em mesmo raciocínio, a maior entidade tectônica está representada pelo Cráton Amazônico (e corresponde a duas principais áreas pré-cambrianas: os escudos das Guianas e Brasil Central, respectivamente ao norte e sul da Bacia Amazônica (REIS e ALMEIDA, 2010, p. 17).

Conforme Reis e Almeida (2010) as rochas pré-cambrianas dos escudos têm sido compartimentadas em domínios tectonoestratigráficos e/ou províncias geocronológicas, o arcabouço geológico do estado do Amazonas está compartimentado pelas províncias Tapajós-Parima, Rio Negro, Rondônia-Juruena e K'Mudku, e sua cobertura sedimentar e subdivisão” é explanada na FIGURA 19.

Figura 19: Situação da bacia sedimentar no estado do Amazonas.



Fonte: Recorte (Org.) de Eiras 2005, adaptado por Fabiam Gomes, 2023.

A complexidade da composição da bacia sedimentar do estado do Amazonas é perceptível na representação do recorte organizado na FIGURA 19, ocorrendo com áreas que se limitam e também adentram em outros estados da região norte, as características de área e limites podem ser observadas a seguir:

- 1) A Bacia Sedimentar do Acre possui pequena área de ocorrência no estado do Amazonas, encontrando-se nas proximidades do limite com o estado do Acre e fronteira com o Peru. Encontra-se limitada a leste pelo Arco Iquitos, que a separa da Bacia do Solimões.
- 2) A Bacia do Solimões constitui uma bacia sedimentar intracratônica, com aproximadamente 500.000 km<sup>2</sup> 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 proterozoicas dos escudos das Guianas e Brasil Central.
- 3) A Bacia do Amazonas constitui uma unidade sedimentar intracratônica que limita duas principais áreas de embasamento arqueano-proterozoico: ao norte, o Escudo das Guianas; a sul, o Escudo Brasil Central. Envolve uma área de aproximadamente 480.000 km<sup>2</sup>, que atravessa os estados do Pará, a leste, e Amazonas, a oeste, estendendo-se por uma pequena porção do estado de

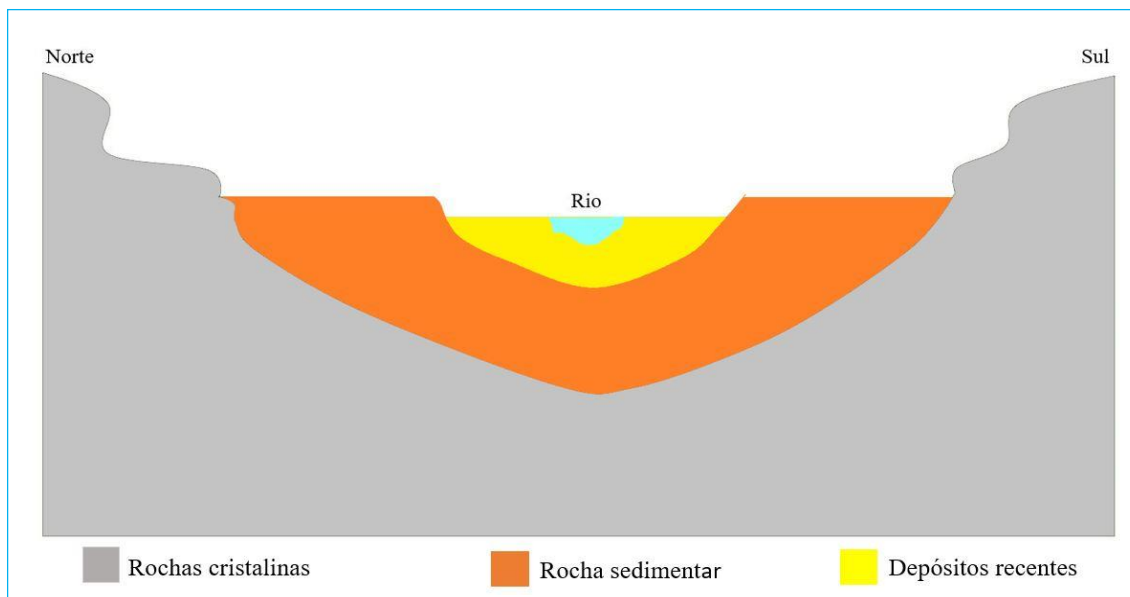


Roraima. A leste, o Arco Gurupá assinala o limite entre a Bacia do Amazonas e a fossa Marajó; a oeste, o Arco Purus limita as bacias Amazonas e Solimões.

- 4) A Bacia Sedimentar do Alto Tapajós, na porção sul do Cráton Amazônico, registra conformação NW-SE, possui uma área de 135.000 km<sup>2</sup> e articula-se a SW e SE das bacias Amazonas e Solimões, respectivamente, em área dos estados do Amazonas, Mato Grosso e Pará.

Noronha (2003), diz que a bacia sedimentar Amazônica tem “aproximadamente 1.000.000 de km<sup>2</sup>”, resultado de processos exógenos que deram origem a esta estrutura: processos erosivos, ciclo hidrológico intenso, transporte e deposição de detritos através dos rios que até hoje atuam na dinâmica desta grande bacia, assim como na bacia do Estado do Amazonas, observar o perfil geológico na FIGURA 20.

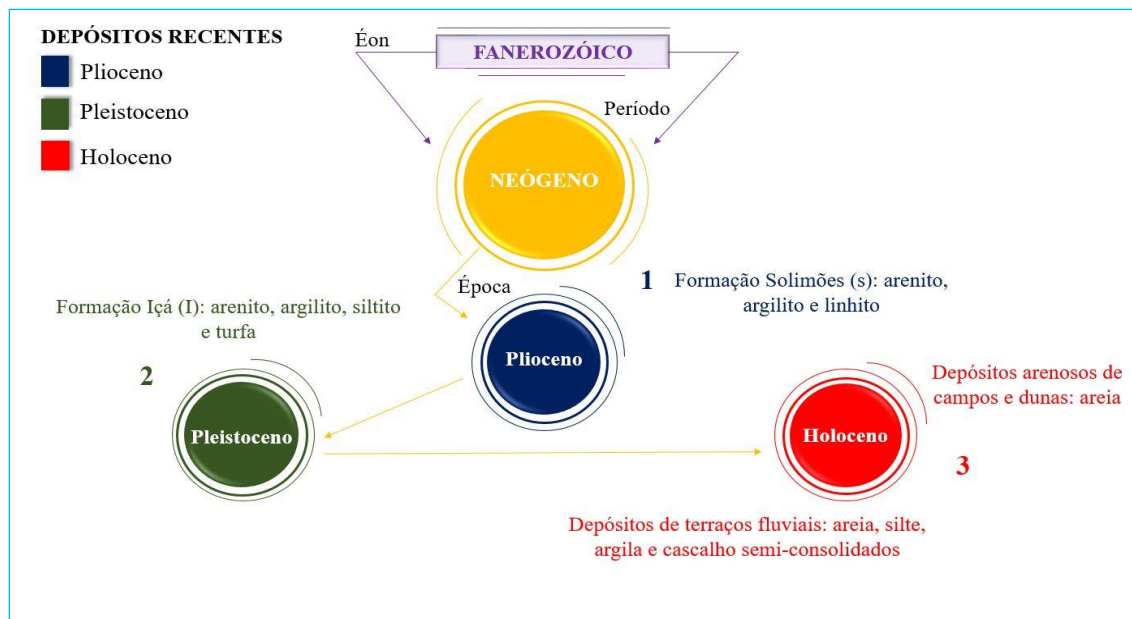
Figura 20: Bacia do estado do Amazonas/perfil Geológico.



Fonte: Elaboração, Fabiam Gomes, 2023.

Considerando a localização a oeste do estado do Amazonas, dentro da calha do Alto rio Solimões, (onde ocorre a determinada pesquisa), e por observação do mapa geológico do estado Amazonas, é inferido que nestas áreas sobre o substrato Fanerozóica, existem depósitos do Neógeno envolvendo em sua composição determinados tipos de sedimentos como por exemplo: depósitos holocênicos e/ou pleistocênicos, Holocênicos, quaternários e terciários equivalentes aos depósito recentes denotados na figura anterior. Observar a representação organizada desta concepção na FIGURA 21.

Figura 21: Unidades litoestratigráficas.



Fonte: Elaboração, Fabiam Gomes, 2023.

Seguindo em linha teórica proposta no contexto geológico que é retratado o tópico, a cobertura Fanerozóica que data do Éon no arcabouço geológico do estado do Amazonas embasa em sua existência formações do período Neógeno, que em época cronológica moderna suporta em sua superficialidade formações e depósitos recentes menos compactadas, possibilitando a estruturação fisiográfica do modelo morfológico do relevo terrestre e fluvial.

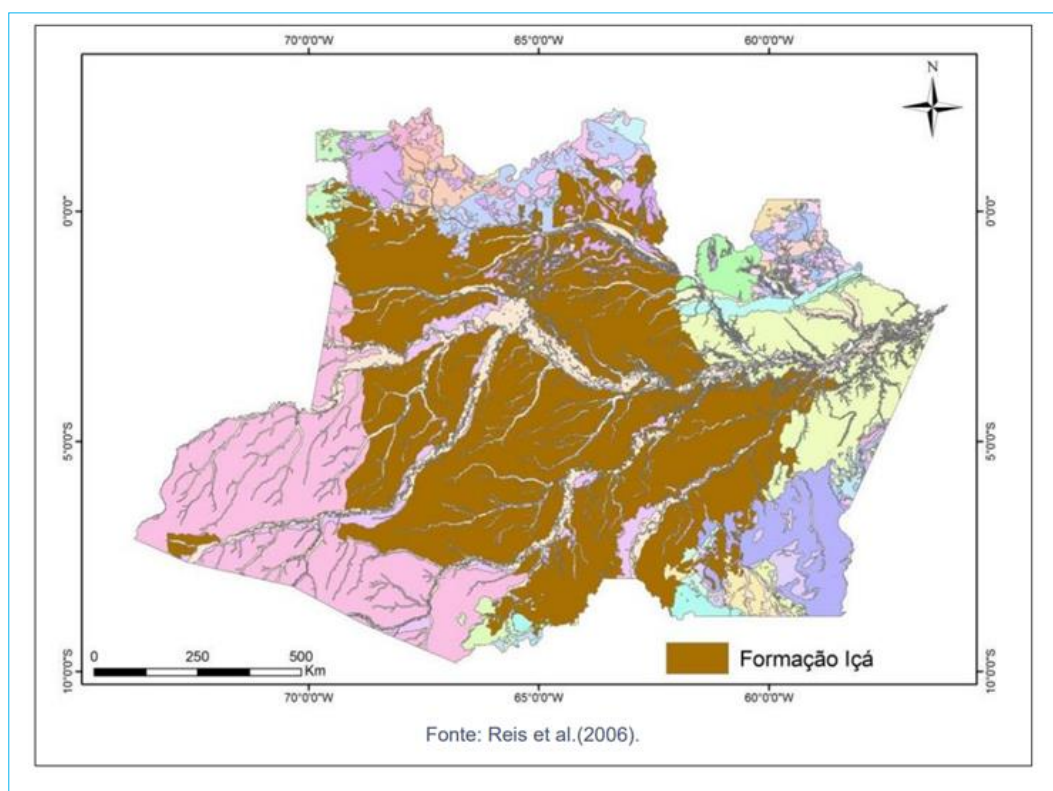
Em consideração ao ambiente fluvial, estudos recentes associam os padrões de drenagem aos fatores estruturais tectônico e as profundas mudanças climáticas ocorridas no Pleistoceno. Esses fatores, portanto, desempenharam papel determinante na geomorfogênese dos vales atuais, Carvalho (2006).

Os primeiros trabalhos relacionando os padrões de drenagem dos rios amazônicos aos fatores estruturais e tectônicos foram de Sternberg (1950; 1953). Inicialmente, interpretando mapas resultantes de fotografias aéreas, Sternberg demonstrou que os vales da planície amazônica e a padronagem dos rios Urubu, Rio Preto da Eva e Uatumã estão condicionados a lineamentos de direção NE-SW e NW-SE. Em seguida e inquieto com a possibilidade de que a bacia Amazônica sofrera com efeitos sísmicos, Sternberg publicou em 1953 o artigo Sismicidade e Morfologia na Amazônia Brasileira em que aponta para essa região acima citada como uma das principais regiões sismogênicas da Amazônia, associando o fenômeno das terras caídas a atividades tectônicas recente. Para reforçar seu argumento o pesquisador cita o registro histórico de Samuel Fritz quando passou nesse trecho, conforme já mencionado (CARVALHO, 2006, p. 75).

De acordo com Silva, (2021) desde os trabalhos sobre neotectonismo, que remontam ao pioneirismo de Sternberg, nos anos 50, aos atuais estudos de Igreja, Carvalho, Cunha e outros, percebe-se uma evolução do conhecimento sobre esse tema e os resultados de sua ocorrência nessa bacia hidrográfica, e isso já nos permitem incluir efeitos neotectônicos na área da pesquisa, considerando este como mais um fator que deve ser levado em conta em estudos dessa natureza.

Dando ênfase ao relevo fluvial, e a formação de planície aluvial, Igreja, Carvalho e Franzinelli (2010) esclarecem “que os rios percorrem a região amazônica desenvolvem seus canais em depósitos mais antigos que formam o substrato da bacia hidrográfica, que em alguns trechos afloram formando a margem do canal”, como por exemplo a formação Içá datada do Plietoceno que abrange uma área notável em toda callha do Alto rio Solimões, ver a FIGURA 22.

Figura 22: Formação Içá e sua área de abrangência.



Fonte: Reis, 2006.

De acordo com Melo & Villas Boas (1993), a formação Içá corresponde à cobertura quaternária, constituída de arenitos amarelo-avermelhados, finos a conglomeráticos, friáveis, tipicamente continentais, que se estendem por grande parte da área do Alto Rio Negro e alto Solimões, como foi possível observar na FIGURA 22.

A bacia sedimentar da formação Içá, datada do quaternário, (arenito, argilito vermelhos, siltito); são visíveis em áreas de terraços fluviais, em entendimento por Igreja, Carvalho e Franzinelli (2010), os terraços longitudinais da formação Içá são paredões abruptos que ocorrem nas margens do canal do rio Içá apresentam características silte-argilosos, e arenosos-vermelhos, ver a FIGURA 23.

Figura 23: Características de solo da formação Içá.



Fonte: Fabaim Gomes, 05/09/2019.

É importante denotar que conseqüentemente a constituição fisiográfica que se insere a bacia sedimentar do estado do Amazonas, a mesma é transformada por agentes modeladores da paisagem, e como fator notável nesta a transformação está a água. Por escoamento de águas fluviais e pluviais o terreno é modificado, tanto na bacia hidrográfica (leito e margem) quanto nas terras mais altas (solos por onde a água é drenada) incidindo a formação do relevo e planície aluvial, relevo este com menos de 100 metros de altitude.

### 3. Aspectos Geomorfológicos

A geomorfologia como ciência tem seus estudos focados nas formas de relevo, como ocorre sua gênese e processos que nelas atuam, pondo em destaque ainda que a análise do relevo tem sua importância também para outras ciências da terra que investigam componentes da superfície do planeta, (sua origem e transformação).

Florenzano (2008) ressalta a superfície terrestre não é plana nem uniforme em toda sua extensão. Ao contrário, caracteriza-se por elevações e depressões de diferentes formas (horizontais ou tabulares, convexas, côncavas, angulares e escarpadas) que constituem o relevo terrestre.

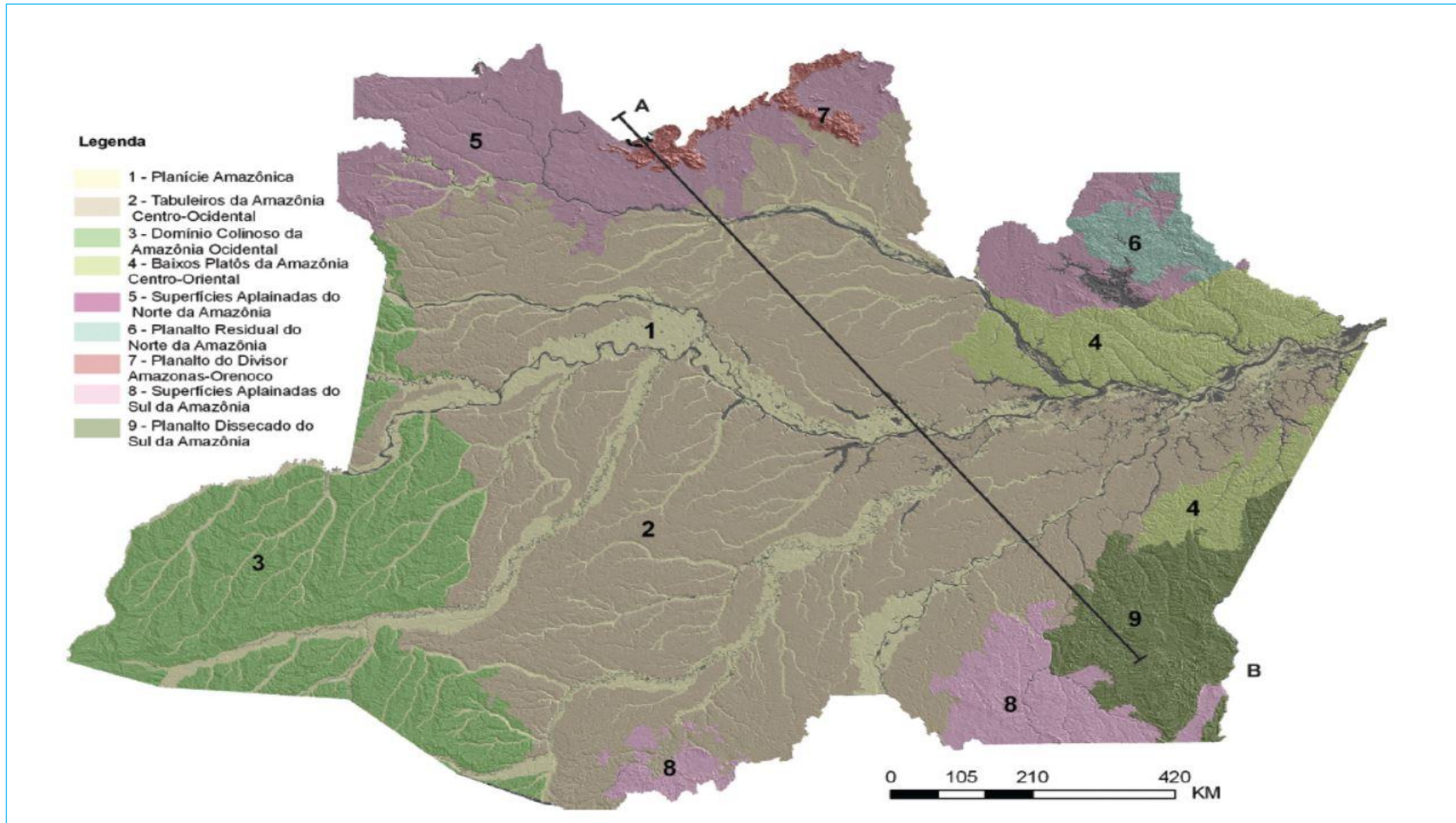
Ligando-se aos aspectos do relevo no estado do Amazonas, Dantas e Maia (2010) denotam que dentro deste estado é perceptível a predominância de terrenos de cotas modestas, inferiores a 200 m, com porções elevadas restritas ao norte do estado, com cotas que chegam a alcançar cerca de 3.000 m de altitude, em sua maior parte, as superfícies estão embasadas por rochas sedimentares de diversas idades, pertencentes às bacias sedimentares do Amazonas e do Solimões.

Sendo ressaltado que, tanto a norte quanto a sudeste, existe um conjunto de baixas superfícies de aplainamento e elevações isoladas, modeladas sobre o embasamento ígneo-metamórfico e coberturas sedimentares plataformais de idade arqueana a mesoproterozoica.

A maior parte da Amazônia é constituída por terras baixas, porém, bem drenadas, caracterizadas como uma vasta depressão denominada Depressão Amazônica por Ross (1985), sendo constituído tanto pelos tabuleiros nas bacias sedimentares do Solimões e do Amazonas quanto pelas superfícies aplainadas dos escudos cristalinos adjacentes (DANTAS e MAIA, 2010 p. 29).

De acordo com Dantas e Maia (2010) a geodiversidade do estado do Amazonas teve seu compartimento caracterizado em nove domínios geomorfológicos: Planície Amazônica, Tabuleiros da Amazônia Centro-Occidental, Domínio Colinoso da Amazônia Occidental, Baixos Platôs da Amazônia Centro-Oriental, Superfícies Aplainadas do Norte da Amazônia, Planalto Residual do Norte da Amazônia, Planalto do Divisor Amazonas-Orenoco, Superfícies Aplainadas do Sul da Amazônia e Planaltos Dissecados do Sul da Amazônia, observar a FIGURA 24.

Figura 24: Domínios geomorfológicos no Amazonas, Dantas e Maia (2010).



Fonte: Recorte (Org.), Fabiam Gomes 2023.

Através de observação do mapa, podemos relacionar as características morfológicas com a hidrografia do estado, a lógica pertinente nos leva entender que os rios desenvolvem seus cursos dentro do padrão de relevo Planícies fluviais ou Fúlvio-lacustre, características físicas que compreendem uma faixa de terra com altitudes inferiores a 100m e com desníveis máximos de 60m, relevo que acompanha rios como: Amazonas, Purus, Javará, Juruá, Madeira e Solimões (rio onde localizam-se as áreas em estudo).

Estudos realizados por Jurandir Ross junto ao IBGE, e com base em informações fornecidas pelo projeto Radambrasil, deram uma outra concepção em relação ao relevo denominado “planície” na região amazônica, os estudos que confirmaram que podia apenas ser considerado planície terrenos que se situavam ao longo dos canais dos rios amazônicos, na FIGURA 25 em representação gráfica é denotada área de terra que margeia os Rios no Amazonas.

Figura 25: Relevo do Brasil.

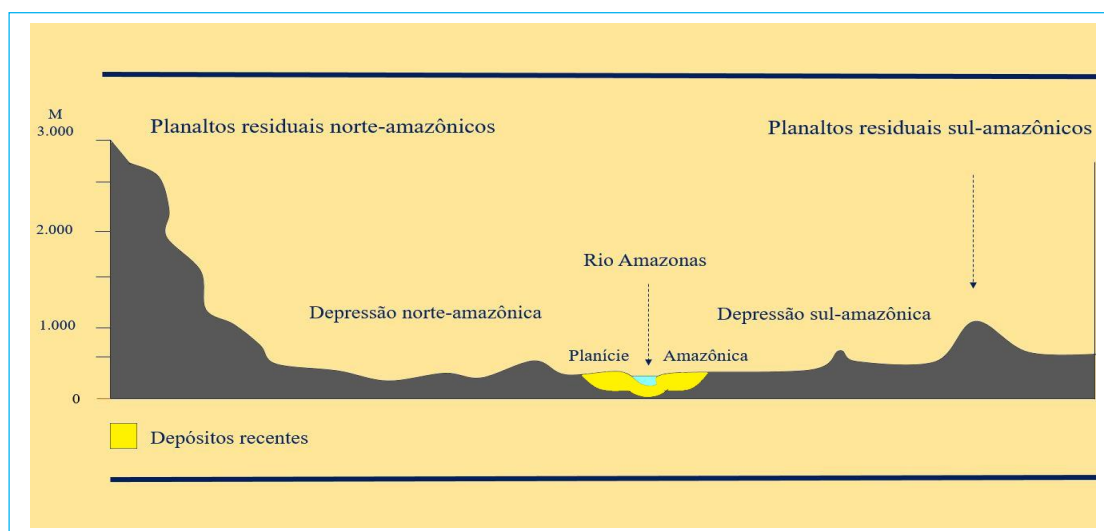


Fonte: Recorte (Org.) de Ross 1980, Fabiam Gomes, 2023.

A classificação do relevo proposta por Ross (1980), traz uma melhor percepção do real relevo tanto do Brasil, assim como do Amazonas, e seguindo a delimitação do tema do proposto trabalho, dando ênfase ao estado do Amazonas, a maior parte do seu relevo é constituído por terras baixas, porém, bem drenadas, caracterizadas como uma vasta depressão denominada “Depressão Amazônica”.

Conforme Dantas e Maia (2010), suas feições constituídas tanto pelos tabuleiros nas bacias sedimentares do Solimões e do Amazonas quanto pelas superfícies aplainadas dos escudos cristalinos adjacentes como os planaltos residuais Norte e Sul amazônicos e também a Planície amazônica observar a FIGURA 26.

Figura 26: Perfil topográfico do relevo Amazônico.



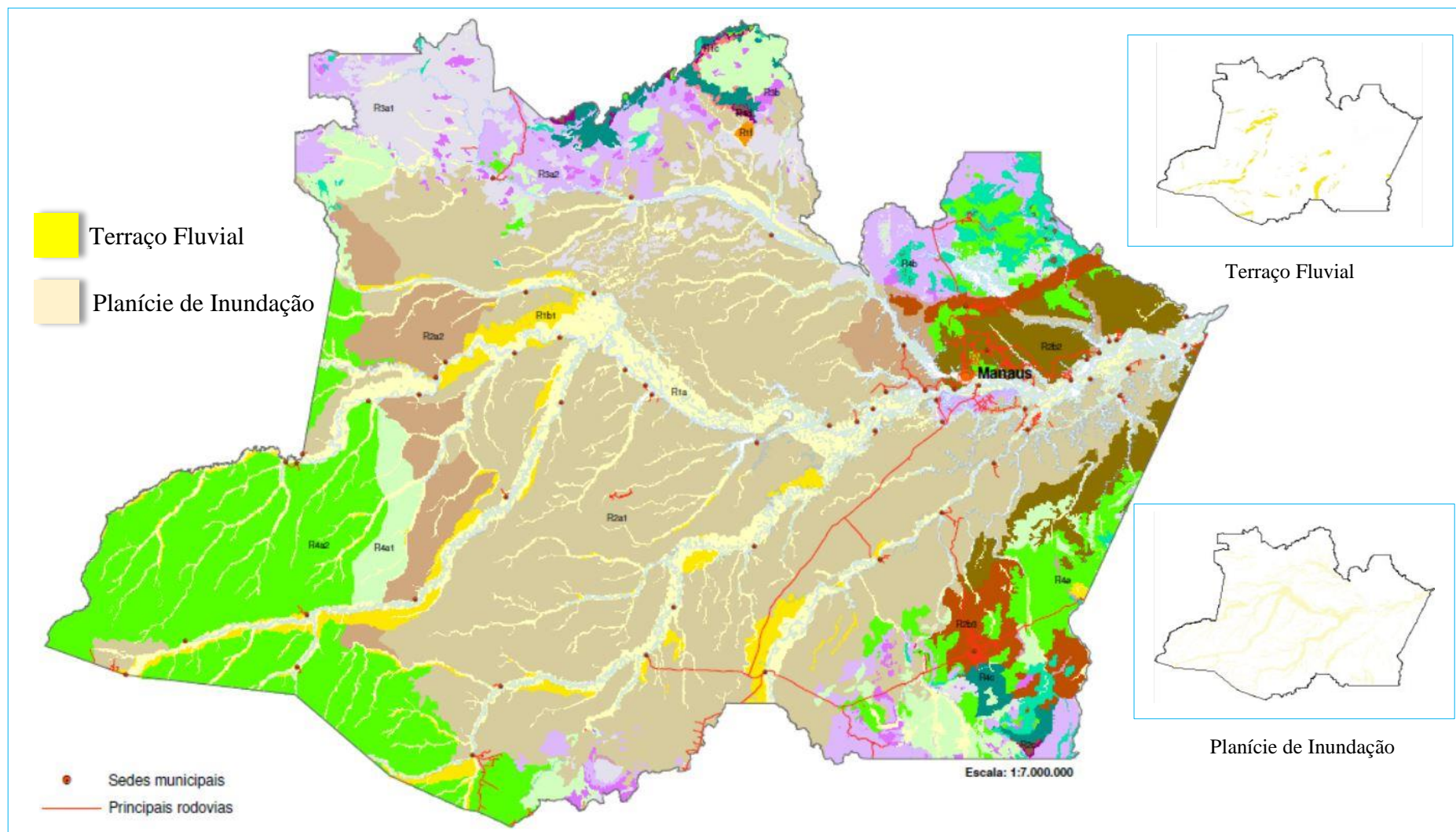
Fonte: Elaboração, Fabiam Gomes, 2023. Nota: Altimetria apresentada, de Ross (1996).

Outro elemento marcante na paisagem amazônica é a expressiva planície fluvial Holocênica, unidade geomorfológica conhecida regionalmente por “várzea amazônica, que consiste em formações extensas e com áreas baixas ao longo da calha do rio Amazonas e de seus afluentes de água branca, perfazendo uma área estimada em 64.400 km<sup>2</sup>, o correspondente a 1,5% da Amazônia em território brasileiro” (SOARES, 1989, *apud* CARVALHO, 2016, p. 48).

Seguindo conceitos sob uma ótica de compartimentação de relevo encontrado no estado do Amazonas, é pertinente destacar que entre as paisagens geomorfológicas existentes, duas formas tomam destaque por margem áreas notáveis no curso dos rios no Amazonas, os Terraços fluviais e as Planícies de inundação ou ambientes Fluvio-lacustre. Observar a FIGURA 27.



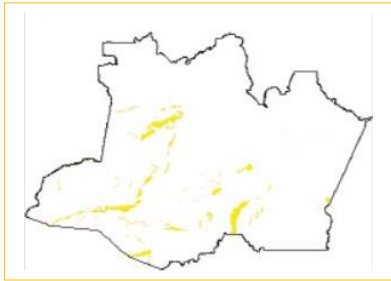
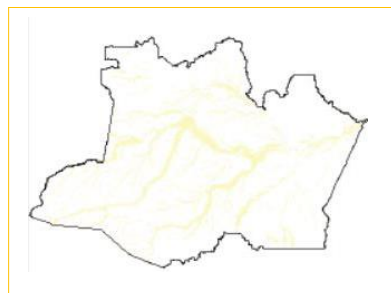
Figura 27: Compartimentos de Padrões de Relevô.



Fonte: Recortes (Org.) de CPRM, 2006. Nota: Legenda adaptada para demonstrar apenas os dois relevos em questão dentre as outras compartimentações.

Estes dois tipos de relevos coexistem em todo percurso longitudinal dos cursos dos rios amazônicos, dentro de suas formações eles apresentam paisagens e características diferentes, com solos consolidados para os terraços fluviais e menos consolidados para as planícies de inundação, tendo resistência a processos erosivos em escala diferenciada em contexto ao fluxo hídrico dos rios para cada relevo, no QUADRO 3 são dentadas algumas caraterísticas físicas destes compartimentos.

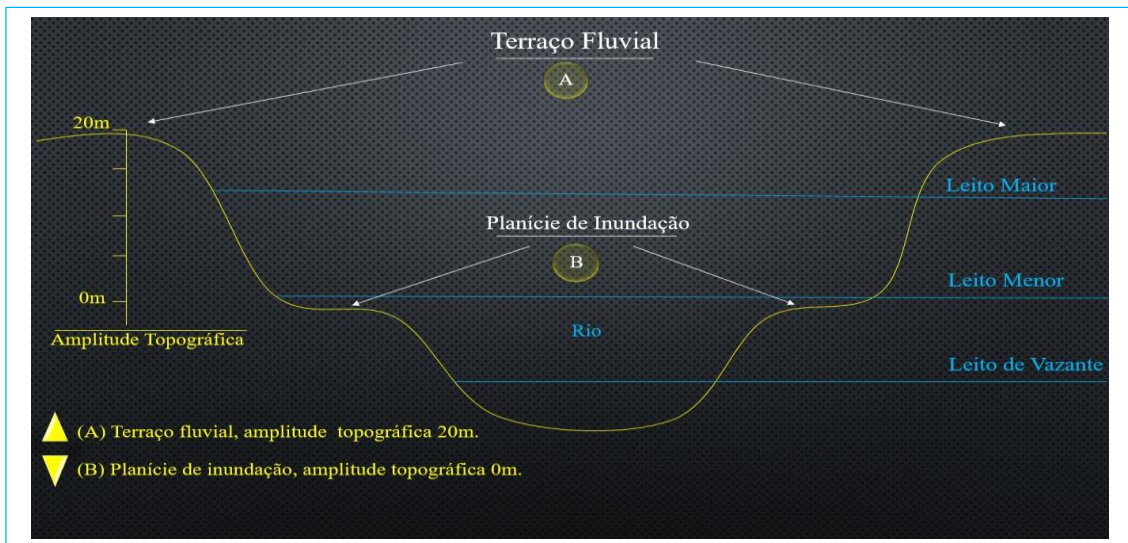
Quadro 3: Características potenciais e limitantes.

RELEVO	POTENCIALIDADES	LIMITAÇÕES
 <p data-bbox="379 1016 544 1043">Terraço fluvial</p>	<p data-bbox="676 707 1013 763">Terras com solos mais profundos com exceção das áreas arenosas.</p> <p data-bbox="676 779 1013 835">Nível topográfico mais elevado, preservado das cheias periódicas.</p> <p data-bbox="676 851 914 878">Baixo potencial erosivo.</p> <p data-bbox="676 893 1013 949">Boa drenagem e baixo risco de alagamento.</p> <p data-bbox="676 965 1013 992">Área com atrativos Geoturísticos:</p> <p data-bbox="676 999 1013 1025">Área com atrativos geoturísticos:</p> <p data-bbox="676 1032 1013 1128">Nas margens de alguns rios e lagos são observados sítios arqueológicos contendo objetos cerâmicos e terra preta de índio.</p>	<p data-bbox="1038 707 1353 898">Solos imperfeitamente a mal drenados (Gleissolos e Neossolos Flúvicos), inadequados para o plantio de culturas perenes ou espécies de raízes profundas, sendo periodicamente inundáveis.</p> <p data-bbox="1038 913 1353 999">Solos sujeitos a compactação onde a textura é mais argilosa (Argissolos).</p> <p data-bbox="1038 1014 1353 1099">Dificuldades de escavação pela baixa coesão do material e nível d'água raso.</p> <p data-bbox="1038 1115 1353 1200">Frequentes solapamentos das margens dos rios ("Terras Caídas").</p>
 <p data-bbox="331 1491 568 1518">Planície de inundação</p>	<p data-bbox="676 1162 1013 1247">Terras com boa potencialidade para culturas de ciclo curto ou adaptadas ao encharcamento.</p> <p data-bbox="676 1263 1013 1348">Potencial mineral para areia, argila e cascalho para construção civil.</p> <p data-bbox="676 1364 1013 1449">Potencial à acumulação de ouro, cassiterita, outros minerais pesados.</p> <p data-bbox="676 1464 1013 1491">Área com atrativos geoturísticos:</p> <p data-bbox="676 1498 1013 1648">Ambiente dos arquipélagos, rios e de transição entre ecossistemas aquáticos e terrestres. Presença de lagos, paranás e igarapés. Na época de verão formam-se praias ao longo dos rios.</p>	<p data-bbox="1038 1211 1353 1350">Presença de camadas de argilas moles com baixa capacidade de suporte, sujeitas a adensamentos, recalques e rupturas de fundações.</p> <p data-bbox="1038 1366 1353 1473">Presença de sedimentos ricos em matéria orgânica e ferro, que podem conferir alteração no odor e sabor da água.</p> <p data-bbox="1038 1489 1353 1574">Vulnerabilidade à contaminação dos mananciais hídricos superficiais e subterrâneos.</p>

Fonte: (Org.) Fabiam Gomes, 2023.

As planícies de inundação, geralmente são recobertas por vegetação de igapó e matas de várzea adaptadas a ambientes inundáveis, são constituídas por depósitos sedimentares atuais ou subatuais correlatado ao Holoceno, já os terraços fluviais são ao Pleistoceno Superior, com maior compactação de solo (terra firme). Na FIGURA 28 é mostrado o perfil do rio e características fisiográficas destes dois relevos.

Figura 28: Perfil do relevo fluvial amazônico.



Fonte: Elaboração, Fabiam Gomes, 2023.

É pertinente denotar que os terraços e planícies de inundação têm suas características fisiográficas e ou ocupação influenciada pela sazonalidade, de acordo com os períodos de vazante/seca e de enchente/cheia dos rios estes atingem os diferentes tipos de leito, (FIGURAS 29 e 30) é exemplificado os relevos em questão.

Figura 29: Terraço fluvial no rio Solimões, município de Jutai-AM.



Fonte: Fabiam Gomes, 28/08/2022.

Segundo Dantas e Maia (2010) “os terraços fluviais se caracterizam por representarem barrancas com amplitude topográfica de 2 a 20m”, em contexto ao tipo de solo, este é um pacote sedimentar com material consolidado e de diferentes idades em contexto às suas gêneses, tipo de relevo este, associado a diferentes fatores dinâmicos são potencialmente propícios a processos erosivos.

Figura 30: Planície de Inundação no rio Solimões, município de Fonte Boa-AM.



Fonte: Fabiam Gomes, 04/09/2022

Dantas e Maia (2010) “informam que as planícies de inundação ou Várzeas como é conhecida regionalmente, tem sua amplitude topográfica (Zero) ” isso em comparação a altimetria do terraço fluvial, afirmação que pode ser observada em comparação às duas imagens, onde o nível base da água serve como régua medidora para se ter uma percepção da diferença de altimetria entre os dois relevos.

Sobre essas áreas alagáveis, Piedade *et al.* (2015) consideram que elas são anualmente recobertas por águas quando os níveis dos rios sobem, devido ao acúmulo das chuvas em toda a área da bacia. Essa situação faz com que elas apresentem características tanto de ecossistemas terrestres (na fase de águas baixas, ou fase terrestre) como de ecossistemas aquáticos (na fase de águas altas, ou fase aquática)

#### **4. Características do rio Solimões**

Conforme Agência Nacional das Águas (ANA, 2023) o rio Amazonas nasce na Cordilheira dos Andes, no Peru, e deságua no Oceano Atlântico, em relação a sua

gênese fluvial, sua origem está nas cabeceiras do rio Apurímac, na montanha Nevado Mismi, a 5.567 metros de altitude, onde cinco pequenos córregos que descem dos cumes nevados da montanha são os principais formadores do Apurímac, (ANA, 2009), ressalta que a contribuição média da bacia hidrográfica do rio Amazonas, em território brasileiro, é da ordem de 133.000 m<sup>3</sup>/s.

Devido a sua ampla extensão, Oliveira e Andrade (2010) explanam que o rio Amazonas é influenciado pelas variações de precipitações dos hemisférios Norte e Sul, sendo por isso conhecido pelo regime fluvial de duas cheias, fato que ajuda a tornar a Bacia Amazônica a maior do mundo, com uma área de drenagem, em território nacional, correspondente a 64% da bacia como um todo, em uma extensão que representa cerca de 40% da superfície brasileira.

Da nascente à foz, o Amazonas recebe vários nomes: Apurímac, Ene, Tambo e Ucayali, entre outros, quando adentra o território brasileiro, já no município de Tabatinga (AM), é chamado de rio Solimões, que se estende até a confluência com o Rio Negro, próximo a Manaus, onde enfim recebe o nome de Amazonas, FIGURA 31.

Figura 31: Mapa do rio Amazonas da nascente à foz.



Fonte: Amazonadventure.org, modificado por Fabiam Gomes, 2023.

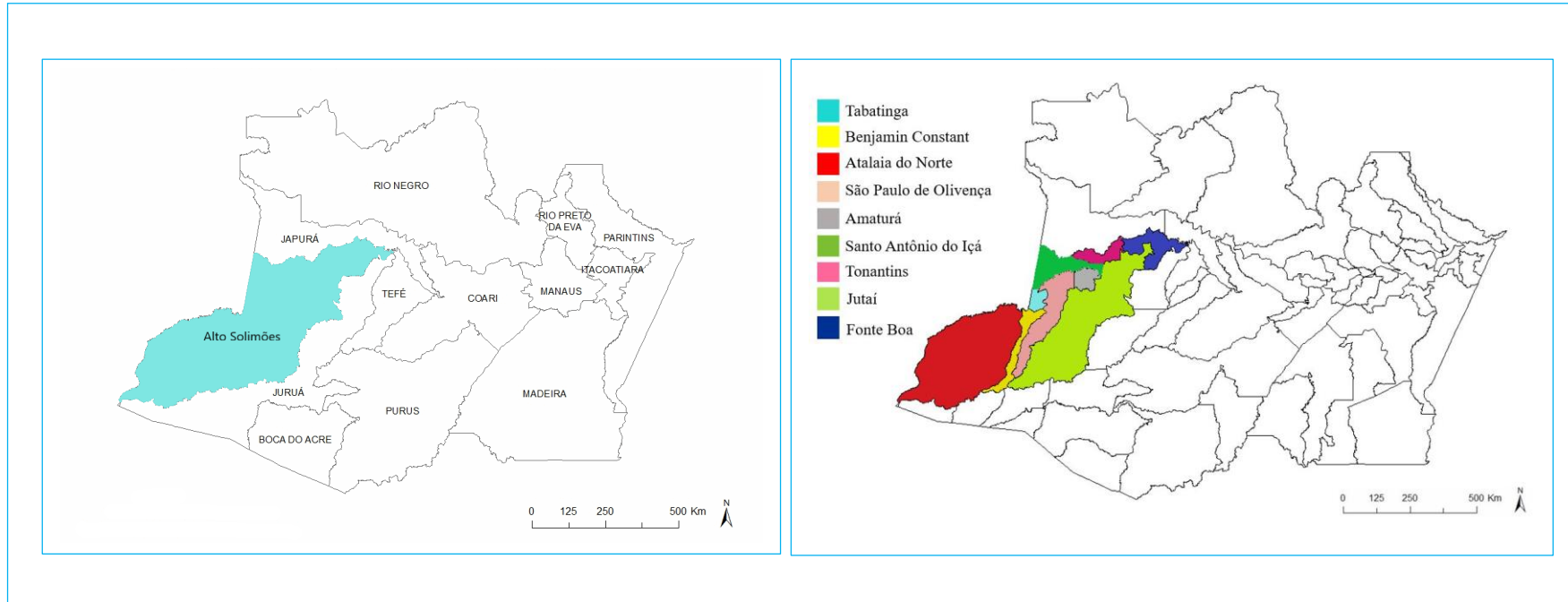
Conforme Porro (1995), Solimões para alguns autores significa rios dos ventos, sendo um convergência linguística: solimão, do latim Sublimatum, considerado um nome popular do sublimato corrosivo (bicloreto de mercúrio) ou “qualquer porção venenosa ou letífera” que os eruditos do século XVIII associavam às flechas envenenadas de algumas tribos do Rio Amazonas, Oliveira (2017) reforça que “Solimões é uma referência” aos povos que originalmente habitavam as margens do rio de mesmo nome.

É perceptível no mapa, que após o cruzamento da fronteira ele é chamado de rio Solimões, no mais, em outros países do mundo é conhecido como rio Amazonas (exceto no Brasil) onde existe a divisão política respeitando limites estabelecidos para identificação de regiões hidrográficas no estado do Amazonas.

Contextualizando a delimitação da pesquisa, referindo-se ao rio Solimões e suas características, este ganha o nome em si quando adentra o território brasileiro na tríplice Fronteira entre Brasil, Peru e Colômbia, seu início em terras brasileiras ocorre no município de Tabatinga-AM, distante da capital Manaus cerca de 1,106.78 km. Conforme Oliveira (2017) “o canal principal do rio Solimões possui uma extensão navegável de 1.620 km, com profundidade média entre 8 a 20m de profundidade”.

Atentando para informações entorno da região/calha do alto rio Solimões, esta região, em termos territoriais e limites, tem o início de sua região política a partir do município de Tabatinga-AM e termino no município de Fonte Boa-AM, entre estes dois pontos de referência territorial existem outros 7 municípios: Benjamin Constant, Atalaia do Norte, São Paulo de Olivença, Amaturá, Santo Antônio do Içá e Tonantins e Jutai-AM, observar na FIGURA 32 limites por região e municípios.

Figura 32: Região do Alto rio Solimões/Municípios.



Fonte: IBGE, (Org.) Fabiam Gomes, 2023.

Na calha do alto rio Solimões, de Tabatinga a Fonte Boa-AM, esta parte do rio tem como afluentes, cinco rios que contribuem para a formação do canal principal, rios na margem direita: (Javari), que desemboca e banha o município de Benjamin Constant, (Jandiatuba) um dos afluentes do rio Solimões, localizado a jusante da sede do município de São Paulo de Olivença, (Jutaí) desemboca na cidade Jutaí.

Em outra margem, a esquerda temos: o rio (Içá) que tem sua confluência com o rio Solimões na cidade de Santo Antônio do Içá, rio (Tonantins) que desemboca enfrente a cidade de Tonantins.

Tabela 1: Características dos principais afluentes na calha do alto rio Solimões.

<b>PRINCIPIAIS AFLUENTES NA CALHA DO ALTO RIO SOLIMÕES</b>			
Rio	Margem	Extensão	Tonalidade d'água
Javari	Direita	1.184 km	Barrenta
Jandiatuba	Direita	500 km	Escura
Içá	Esquerda	1.610 km	Clara/Amarelada
Tonantins	Esquerda	200 km	Escura
Jutaí	Direita	1.488 km	Escura

Fonte: Fabiam Gomes, 2023. Nota: extensão mensurada a partir do Google Earth.

Potencialmente cada rio que pertence a esta região tem suas particularidades, representando ajustamento sistêmico entre todas as variáveis, (hidrológicas, topográficas, largura, extensão, profundidade de canal, velocidade dos fluxos, rugosidade do leito, carga sólida e vazão), constituindo assim características impares para cada afluente em destaque.

A fisionomia que um rio exhibe ao longo do seu perfil longitudinal é descrita como retilínea, anastomosada e meândrica, constituindo o chamado padrão dos canais. Essa geometria do sistema fluvial resulta do ajuste do canal à sua seção transversal e reflete o interacionamento entre as variáveis descarga líquida, carga sedimentar, declive, largura e profundidade do canal, velocidade do fluxo e rugosidade do leito [...], (CUNHA, 2022, p. 211).

Seguindo essa linha de pensamento, ambientes fluviais podem apresentar diversos aspectos fisiográficos mutáveis, condicionados por diversos fatores que existem dentro de um sistema geomorfológico, como por exemplo, o ciclo hidrológico, que tem influência considerável sobre dinâmica de um rio, isso decorrida de intensa



precipitação deflagra uma maior vazão dentro do sistema hidrográfico propiciando modificações por escoamento no canal.

Netto (2005) ressalta que água ocorre na atmosfera, acima ou abaixo as superfícies terrestres, como líquido, é de importância direta aos estudos hidrológicos, estando sob a forma de chuvas na atmosfera; como lagos, rios e oceanos, na superfície; e, a baixo da superfície, como água no solo ou aquífero subterrâneo.

## 5. Clima Amazônico

De acordo com Guimarães, *et al.* (2021) as mudanças sazonais das paisagens fluviais e da planície de inundação são regulares e previsíveis, permitindo que os habitantes estabeleçam calendários definidos para as atividades sociais e produtivas, algo que tem se modificado nas últimas décadas. Dessa forma, as estratégias de adaptação humana nas regiões ribeirinhas da Amazônia são cada vez menos efetivas e eficientes frente à maior frequência dos eventos extremos climáticos fluviais.

Seguindo o pensamento de Guimarães, *et al.* (2021) em relação às mudanças climáticas e suas implicações:

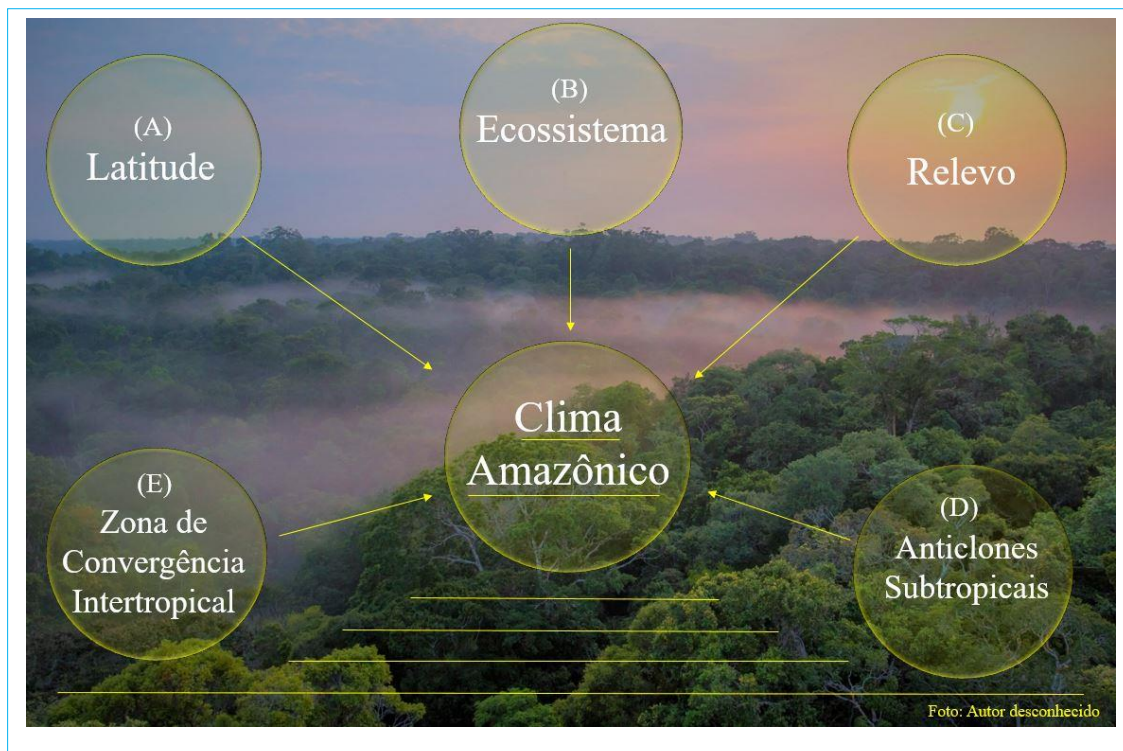
Logo, há uma forte ligação entre a ocorrência de eventos extremos fluviais com a os desastres ambientais. Entretanto, em alguns locais os eventos não precisam ultrapassar os limiares de extremos para gerar impactos sociais e econômicos às populações locais e serem reconhecidos como desastres. Todas as sub-regiões do Amazonas já sofrem as consequências provenientes da alteração do padrão sazonal dos rios, gerando uma maior ocorrência de eventos extremos hidrológicos e, conseqüentemente, de desastres ambientais fluviais (GUIMARÃES, 2021, p. 1).

O clima ou as mudanças climáticas tem condicionado cada vez mais estes eventos em escala diferenciada. Wladimir (1948 *apud* JESUS 1995, p. 128), explana que o clima pode ser considerado como um conjunto de condições atmosféricas que possibilitam um lugar da superfície terrestre habitável ou não por seres humanos, plantas e animais. Ainda neste contexto é pertinente levar em consideração o pensamento de Pereira M., (2010) que, diz que o clima tem suas bases elementares em parâmetros como a precipitação pluvial e temperatura as quais se relacionam com a cobertura vegetal.

Seguindo estes conceitos sobre o clima amazônico, é notável a existência de fatores controladores que conduzem as variações dentro neste ambiente, é indiscutível

que algumas condições endêmicas deflagram forte influência na formulação do clima da região amazônica, Pereira, (2010) denota os principais influenciadores que atuam no clima em destaque, observar a FIGURA 33.

Figura 33: Influenciadores no clima amazônico, conforme Pereira M., (2010).



Fonte: Fabiam Gomes, 2023.

Estudos sobre os elementos e fatores climáticos, em especial os influenciadores do clima na Amazônia tiveram cada vez mais evidência na última década, isso em função da importância ambiental para o mundo.

- A) Sobre a latitude, é esclarecido que a Amazônia está localizada na zona equatorial e que assim favorece a incidência de raios perpendicularmente, diferentes de outros lugares do globo, elevando a temperatura e precipitação.
- B) O ecossistema nos seus elementos floresta e rios mantem o clima em relação de interdependência e de auto regulação, onde 50% da precipitação é resultado da evapotranspiração da floresta e caso um desmatamento em larga escala acarretaria mudanças no ciclo da água na região amazônica.
- C) A região é localizada em relevo predominante de baixas altitudes circundada pelo Planalto residual Norte amazônico, e Oeste pela Cordilheira dos Andes e ao sul pelo Planalto residual Sul amazônico, com entrada de ventos alísios e de

massas de ar pela porção leste, assim o relevo da área contribui para o aprisionamento de umidade favorecendo as chuvas.

- D) Os Anticlones subtropicais ou Anticlones quentes são caracterizados como uma série de células de alta pressão alinhadas aproximadamente ao longo de uma linha de latitude, podendo ocorrer em ambos os hemisférios, este com função de intenso aquecimento da superfície com liberação de calor latente e calor sensível.
- E) ZCIT é considerado um sistema meteorológico formada por confluência dos ventos alísios dos hemisférios norte e sul, estudado nos últimos anos por influência no índice pluviométrico nos dois hemisférios, e quando acontece o deslocamento da ZCIT a região sofre influência dos ventos convergentes, “ventos húmidos” assim aumentando os indices de chuva na região.

Conforme Salati e Molion (1978) explanam que a quantidade de chuva anual da bacia do rio Amazonas ultrapassa os 200mm, onde Oceano Atlântico é considerado como fonte primaria de vapor de água para bacia amazônica, isso por conta dos ventos alísios que trazem massa de ar úmidas.

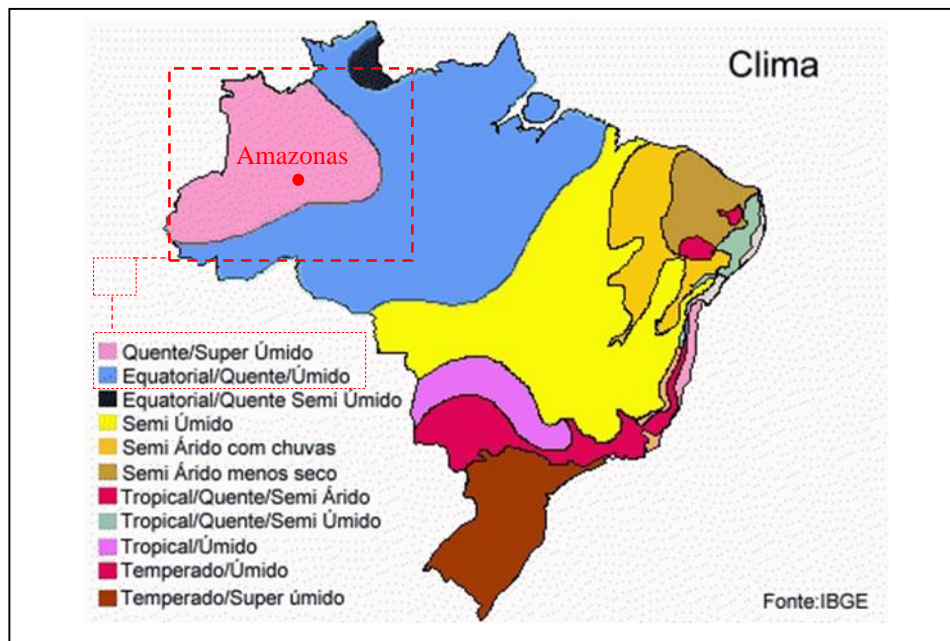
### **5.1. Considerações para o clima do Amazonas**

Resumidamente, é possível compreender que existem duas estações que tem influência notável na vida da população do Amazonas, o “verão” que corresponde ao período do ano em que ocorre redução de chuvas e elevação das temperaturas sendo, portanto, o período de estiagem ou de secas, e em outra condição sazonal, por sua vez, o “inverno” caracterizado como a época chuvosa ou das grandes chuvas.

Geralmente, conforme Nascimento e Saraiva (2009) os períodos sazonais para a região norte é distribuído entre os meses que chovem mais (dezembro, janeiro fevereiro e março) e aqueles que chovem menos (junho, julho, agosto e setembro), respectivamente determinados localmente como período de inverno (muito chuvoso) e verão (quase sem chuvas).

Sobre o clima da região em destaque, e o dito estado do Amazonas, a classificação do IBGE (2009), denota o clima da Amazônia Ocidental área que abrange o território Amazonense, como sendo Equatorial Quente e Super-Úmido, na FIGURA 34 podemos observar a sub-divisão do clima amazônico em relação às outras regiões do País.

Figura 34: Classificação do clima do Amazonas.



Fonte: IBGE, 2009. Nota: adaptado para destacar o clima do Amazonas.

Alves L., (2013) infere que a região amazônica, por sua grande extensão territorial, possui regimes climáticos diferenciados de Norte a Sul, observa-se uma grande variabilidade espacial e temporal da precipitação, na qual os eventos extremos de secas ou enchentes trazem consequências socioeconômicas importantes para vários setores da sociedade (agricultura, transportes, recursos hídricos, saúde, habitação).

## 5. 2. Regime hidrológico

Oliveira D., e Andrade (2010), informam que o Brasil possui aproximadamente 12% da água doce superficial do mundo, e para a Amazônia Brasileira a disponibilidade hídrica de superfície representa cerca de 74% da disponibilidade hídrica de superfície do Brasil. No estado do Amazonas, essa disponibilidade ocorre principalmente devido aos afluentes da margem direita do sistema Solimões-Amazonas, no caso os rios Javari, Jutaiá, Juruá, Purus e Madeira, que, juntos, apresentam uma vazão média de 58.205 m<sup>3</sup>/s.

Trazendo estas informações para com uma delimitação espaço-regional que proporcione o entendimento de características dentro do rio Solimões, é importante, uma vez que a devida pesquisa se desenvolve em sua calha, denotar alguns parâmetros que agregam valores em sua formação: como a porcentagem na precipitação de

descarga líquida total, precipitação na área total da bacia, área de drenagem e vazão, observar a TABELA 2.

Tabela 2: Características hídricas da bacia do rio Solimões, em comparação a outros rios.

<b>VALORES PERCENTUAIS HÍDRICOS DO RI SOLIMÕES</b>
Precipitação de descarga líquida total: 49%
Precipitação na área total da bacia: 36%
Área de Drenagem: 2.147.740 (km <sup>2</sup> )
Medição de Vazão média: 102. 500 (m <sup>3</sup> /s)

Fonte: DNAEE (1994), CPRM, (2010), Fabiam Gomes (Org.), 2023.

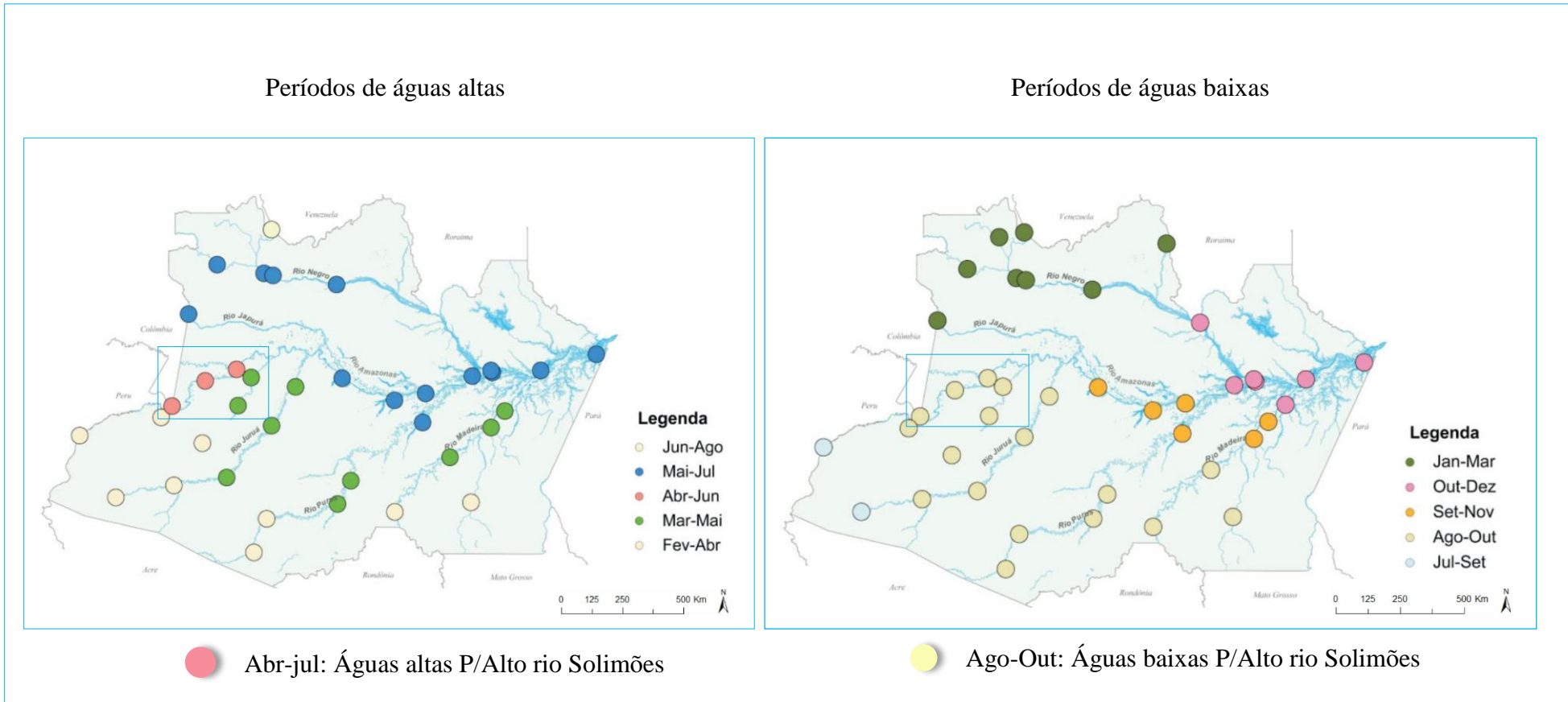
Entre os outros, o rio Solimões apresenta-se como o maior contribuinte hídrico, esses dados denotam sua importância na configuração do rio Amazonas, pois a junção do rio Solimões e Negro viabiliza a formação do conhecido “maior rio do mundo”.

No contexto atual para entender a sazonalidade e suas atipicidades, é necessário compreender que cada região possui dinâmicas normais de cheias e secas, pluviosidade, cotas fluviométricas e morfologia do canal para cada lugar.

Coutinho *et al.* (2019) ressalta que regime de chuvas na Bacia hidrográfica Amazônica é diferente nos afluentes da margem esquerda e da direita, pois a margem esquerda é influenciada pelo deslocamento da ZCIT e a margem direita pela ZCAS, pois a precipitação máxima nos afluentes da margem direita ocorre dois meses antes (dezembro-janeiro-fevereiro) da precipitação máxima na calha principal (fevereiro-março-abril) e 6 meses mais cedo do que sobre os afluentes da margem esquerda (junho-julho-agosto).

Pinheiro (2016) expõe que a variabilidade do nível das águas apresenta diversos fatores que definem suas condições, tornando necessário analisar por partes o regime da calha principal, com o intuito de entender o funcionamento sistêmico do rio e das chuvas e como estes se comportam ao longo do ano, podemos observar este conceito na FIGURA 35, onde é exposto a variação sazonal das águas na bacia hidrográfica do Amazonas.

Figura 35: Representação da sazonalidade no Amazonas.



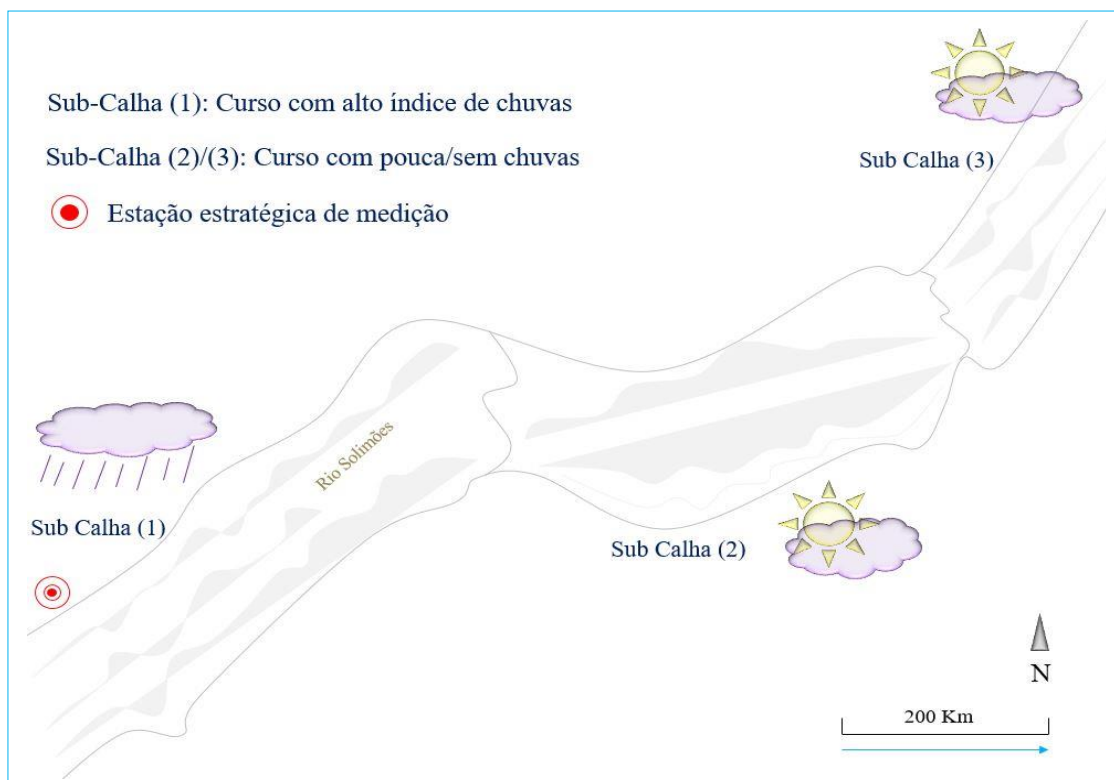
Fonte: Fabiam Gomes , 2023 (Org.) de CPRM (2010). Nota: Legenda salientada para denotar os períodos sazonais no curso da calha do alto rio Solimões.

A distribuição irregular das chuvas dentro da bacia é fator determinante na sazonalidade, os períodos de águas baixas e águas altas são variáveis para cada calha, sendo perceptível que para obtermos informações e realizar o mapeamento de cotas de enchente e vazante é necessário instalar bases estratégicas com intuito de entender o funcionamento hidrológico a partir da precipitação.

Inquestionavelmente é perceptível as notáveis dimensões dos rios no estado do Amazonas, à vista disso, foi considerada a subdivisão proposta para buscar uma visão coerente sobre índices pluviométricos, cotas de enchentes e vazantes no alto curso do rio Solimões.

Em contexto à FIGURA 36, a região foi dividida em sub calha 1: agrupando os municípios de Tabatinga, Benjamin Constant e Atalaia do Norte, sub calha 2: São Paulo de Olivença, Amaturá, Santo Antônio do Içá, sub calha 3: Tonantins, Jutaí e Fonte Boa-AM.

Figura 36: Subdivisão e variação climática na calha do alto rio Solimões.

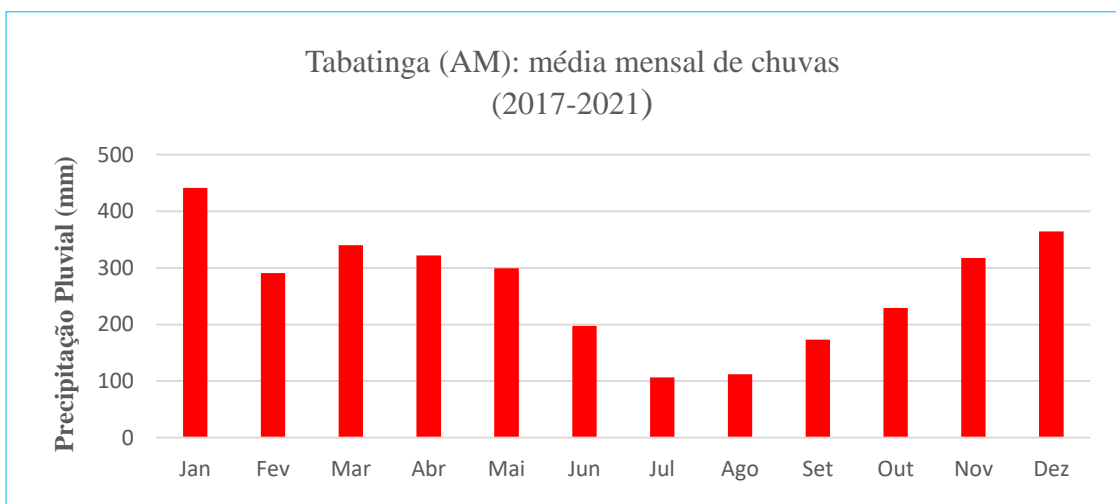


Fonte: Elaboração, Fabiam Gomes, 2023. Nota: estação de medição a considerar, em Tabatinga-AM.

Pondo em destaque limites por território entre municípios, enquanto em um determinado lugar (município) a montante do rio pode estar em período de chuvas com o processo de enchentes, em outro lugar a jusante neste mesmo período de tempo este pode estar com o nível das águas parada ou em época de seca, nos dando entender que o rio não tem a subida ou descidas de suas águas por igual processo, isso ocorrendo por partes no curso fluvial.

Com o intuito de trazer informações sobre aspectos hidrológicos na calha do Alto rio Solimões, no município de Tabatinga-AM existe a estação estratégica para medições pluviométricas e fluviométricas, e a partir de dados fornecidos por esta estação foram feitas análises que resultaram na confecção de gráficos com informações sobre o comportamento pluvial e fluvial, observar informações sobre índices de chuva, cotas de enchente e vazão nos GRÁFICOS 1,2 e 3.

Gráfico 1: Média de chuva no município de Tabatinga-AM.



Fonte: ANA, (Org.) Fabiam Gomes, 2023.

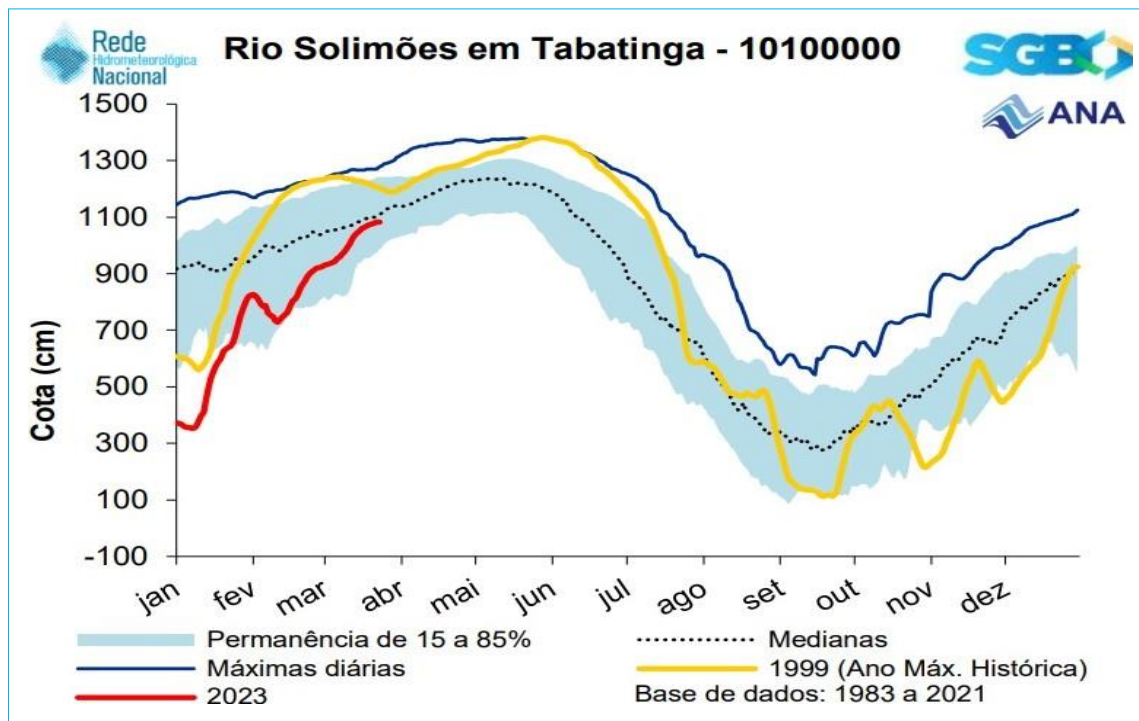
Consequentemente toda esta água precipitada na bacia é drenada para o curso fluvial e será escoada para jusante do canal, elevando o índice de enchentes para as localidades no município de Tabatinga e para outros municípios pertencentes a mesma calha.

O comportamento pluviométrico na base estratégica de Tabatinga-AM, é personificado através das informações contidas no gráfico, onde este mostrou que de janeiro a maio a precipitação média existente é praticamente de 300 (mm) entre estes meses, sendo perceptível que entre este tempo a oferta de água no sistema fluvial é



maior, ocasionando elevação da cota de enchente, no GRÁFICO 2 é mostrado o pico máximo de enchente corresponde.

Gráfico 2: Cotas máximas e mínimas na calha do alto rio Solimões.



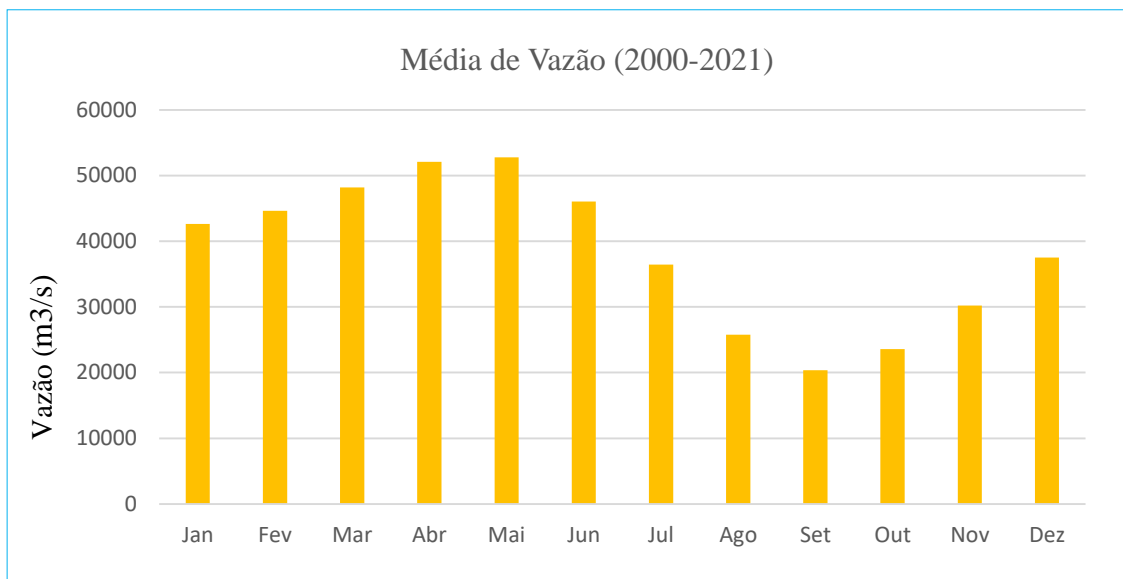
Fonte: ANA, 2023.

O período chuvoso que atinge a região do município de Tabatinga-AM despeja carga notável de água dentro do curso fluvial, não somente em Tabatinga como também em outros lugares na Sub-calha 1. Através do gráfico é mostrado que durante os meses de maio a junho, no histórico a cota máxima no Alto rio Solimões é atingida, isso significa que dentro da bacia de drenagem houve abundância de precipitação e consequentemente oferta de água para o ambiente fluvial, operando assim o processo de cheias no alto curso.

Consequentemente toda essa água é escoada pelo curso do rio Solimões, e durante esse tempo todos os outros municípios da calha estão em processo de enchente, porém não por igual período, cada localidade com sua cota máxima determinado pelo escoamento provindo do alto curso, assim como também a precipitação local, sendo visível que de agosto a outubro inicia-se a seca dos rios com cotas mínimas.

No GRÁFICO 3, com base em dados obtidos na estação fluviométrica localizada em Fonte Boa, último município que agrega a região do alto Solimões, foi trazido a média mensal de vazão do rio Solimões constatando a vazão máxima entre abril e maio.

Gráfico 3: Média de vazão do rio Solimões na calha do alto rio Solimões.



Fonte: ANA, (Org.) Fabiam Gomes, 2023.

A representação da vazão média correspondente aos anos de 2000 a 2021, denotando que o ápice de vazão hídrica no alto Solimões é atingido nos meses de abril a maio, de junho a outubro essas cotas de vazão se diferem, diminuem por influência do clima e suas particularidades.

Oliveira e Andrade (2010), ressaltam que a obtenção de dados fluviométricos visa a vários aspectos, tais como: conhecimento das vazões sazonais dos rios, de forma a atender às demandas de abastecimento e/ou despejos urbanos e/ou conflitos pelo uso da água; potencial hídrico para construção de usinas hidrelétricas; a variação dos níveis dos rios em épocas de cheia e seca, de forma a avaliar se os rios são navegáveis e/ou saber se a elevação do nível das águas causará problemas aos moradores de áreas ribeirinhas.

Um dos fatos mencionados, é de importância notável, em consideração a navegação dos rios no alto rio Solimões, conhecer sobre a vazão e cotas máximas e mínimas auxiliam nos processos logísticos feitos pelos barcos que em sua grande maioria são a forma mais viável de abastecimento entre os municípios no estado do Amazonas, assim como entender o comportamento da dinâmica fluvial.

### **CAPÍTULO III: REFLEXÕES SOBRE A MORFODINÂMICA FLUVIAL NA REGIÃO DO ALTO RIO SOLIMÕES**

No presente capítulo é trazido informações de algumas características socioculturais, dinâmicas e morfológicas, apresentando conceitos pertinentes ao contexto dinâmico fluvial sobre municípios que agregam a região do Alto rio Solimões, expondo que a hidrodinâmica e outros fatores condicionam a incidência de implicações aos povos ribeiros.

#### **1. Rios amazônicos fascinação sociocultural**

Partindo de um conceito hidrográfico, no estado do Amazonas os afluentes são determinantes para constituição do maior rio do mundo, corpo hidrico conhecido como rio Amazonas, ao contrário da concepção de outras pessoas fora do contexto amazônico, em nossa região, todavia este só ganha a nomenclatura Rio Amazonas quando o Rio Solimões conflui com o rio Negro em frente a cidade de Manaus-AM.

É evidente que a imagem passada ao mundo tem fundamental papel na compreensão da região amazônica, conforme Gonçalves (2012), ela está praticamente consagrada na literatura seja ela didática, científica, artística seja pelos meios de comunicação de massas ou não.

Gonçalves (2012) ressalta que a Amazônia e seus rios incidem em:

[...] clima quente e úmido, coberta por uma densa floresta tropical úmida, banhada por uma intrincada e extensa bacia hidrográfica que tem o rio Solimões-Amazonas como eixo principal, **habitada por uma população rarefeita constituída basicamente por populações indígenas ou caboclas** e que abriga riquezas naturais incalculáveis (GONÇALVES, 2012, p. 10, grifo do autor).

Seguindo o conceito desta formação cultural, pode ser indagada a hipótese de que o folclore tem influência sobre os saberes tradicionais destes povos, com contos e mitos repassados por gerações antepassadas destes povos ribeirinhos.

Articulando estes conceitos socioculturais ao tema em estudo, cogita-se, (pensamento ribeirinho) que as causas e condicionadores da dinâmica fluvial são fenômenos sobrenaturais, e ganham explicações por intermédio do conhecimento popular, maneira de pensar enriquecida pelo folclore regional.

Sem dúvida trazer em discussão características que envolvem o imaginário popular em relação a fenômenos ocorrentes em âmbito fluvial é aceitável, pois como já citado é sabido que na região amazônica a literatura é farta de histórias que servem como explicação para acontecidos sobrenaturais, isso no entendimento de leigos que habitam as margens dos rios amazônicos.

Levando em conta a dificuldade de disseminação do conhecimento científico na região, o pensamento folclórico tem perceptível influência sobre os povos ribeirinhos em relação aos fenômenos naturais, exemplo categórico disso é o processo erosivo denominado “terras caídas”, pois sua deflagração é relacionada ao ser mitológico conhecido como “cobra grande”, que rege o imaginário popular amazônico levando-os a acreditar que este ser com seu tamanho descomunal é responsável por criar grande parte dos rios e causar quedas de “barrancos”, termo regional que se refere aos terraços fluviais.

Uma das explicações dentro do conhecimento ribeirinho sobre fenômenos de cunho fluvial ligado a este ser mitológico, é que, uma vez ao se rastejar deixava sulcos gigantescos na terra, que com o tempo se transformam em rios. E que onde ela se aloja, utilizando certo lugar no fundo do rio como seu lar, existirá grande “queda de barrancos”, ou seja, este será um perímetro marginal com notável instabilidade, havendo bastante movimento gravitacional de massa a partir de processos erosivos.

Sioli (1951) esclarece que no rio Amazonas, assim como em seus afluentes de água branca, a geometria das margens em determinados trechos possui formato de falésia fluvial, sendo altas e íngremes devido aos efeitos do solapamento. Por isso, em lugares com forte erosão marginal, sempre encontramos os chamados "barrancos", beiras quebradas, mais ou menos verticais.

De acordo com Trindade Jr. (2013), sobre conhecimentos e os costumes ribeirinhos:

[...] as cidades ribeirinhas são as que mais conservam valores e saberes da floresta e do rio, traduzindo-os para a sua dinâmica interna, em todos os tipos mencionados, entretanto, ainda são fortes a múltiplas dimensões de sua relação com o ambiente do entorno, seja de ordem mais funcional ou material, seja de natureza mais simbólica (TRINDADE JR, 2013, p.16).

Porquanto, estas relações com o mundo aquático, Diegues (2009) explana que a água é um dos elementos centrais da reprodução não somente material mas também simbólica dos povos indígenas e comunidades tradicionais.

Usando de pensamento filosófico, que muitas vezes dá voz ao empírico e ao científico, Dardel (1899-1967), se expressa dizendo que: “por sua mobilidade, pelo seu salto soletrado da corrente ou pelos movimentos ritmados das vagas, as águas exercem sobre o homem uma atração que chega à fascinação”, diante de enumeras razões, Piedade *et al* (2015) explica que:

Mesmo quem nasceu na região amazônica e conhece os rios da região desde criança fica encantado com a beleza natural desses ambientes. Os viajantes que aqui chegam, a passeio ou a trabalho, nem se fala.... Essa imensidão de água, as margens dos rios e sua vegetação magnífica, enormes árvores, palmeiras, milhares de insetos e espécies de peixes, o peixe-boi, o boto.... Tanta coisa para se ver e aprender que ninguém pode deixar de ficar maravilhado. Além disso, em cada período do ano coisas diferentes podem ser vistas: se os rios estão com os níveis da água baixos, extensas praias aparecem. Em alguns lugares elas são de areia branquinha, como no Rio Negro, em outros, como no Rio Amazonas, as praias são mais barrentas (PIEADADE *et al.*, 2015, p. 1).

Inquestionavelmente as belezas existentes no ambiente amazônico aquático ou não, são de encher os olhos, no entanto nem tudo nos rios amazônicos são coisas boas, como citado a aparição de parias são espetáculos a parte, porém de uma ótica voltada ao transporte nos rios, estas características mudam de papel e passam a ser entendidas como implicações condicionadas aos moradores.

### **1.1. Nossos rios nossas estradas**

A ideia supracitada sobre a formação sociocultural dos povos da Amazônia evidencia notável influência dos rios, pois os meios de locomoção são feitos quase que totalmente por eles, dessa forma suas moradias e o próprio abastecimento das cidades resume-se ao contexto de logística portuária com influência da sazonalidade e dinâmicas dos rios, por certo, Queiroz *et al.* (2018) informa que:

[...] seus habitantes estão historicamente ligados às águas seja para subsistência, exploração de recursos ou deslocamento fluvial. Pereira (2007) observa que desde as primeiras incursões feitas por Francisco Orellana (1541-1542) já se notava uma dependência do meio hídrico dos povos nativos e que, até meados do século dezessete, os navegadores registram a existência de imensos povoados com “verdadeiras cidades” às margens do Amazonas; falam ainda da “fartura” de alimentos e de uma sofisticada organização político-social. Ou seja, as águas eram extremamente

importantes para transporte, produção, caça, dentre outros fatores determinantes para as interações sociais (QUEIROZ *et al.*, 2018, p. 110).

Conforme Ribeiro (2014), o uso dos rios como fonte de alimentos, meio de transporte, comunicação, inspiração para outrem seguimento ainda tem sido decisivo para a existência e desenvolvimento da nossa região.

E ao se retratar a sazonalidade dos rios, é perceptível sua frequente pertinência influenciadora sobre o transporte fluvial, percebe-se que quase todos os municípios do estado do Amazonas dependem do rio para manter seus respectivos abastecimentos, sendo eles alimentícios, energéticos, vestimentas, remédios entre outros produtos, pondo em evidencia a dependência direta dos rios, na FIGURA 37 podemos observar o tipo de embarcação que transporta carga e passageiros nos rios amazônicos.

Figura 37: Logística portuária no município de Amaturá-AM.



Fonte: Fabiam Gomes, 23/01/2018.

A imagem posta ilustra bem os processos logísticos em zonas portuárias em grande maioria dos municípios no Amazonas. Neste sentido mantendo-se em mesma linha de raciocínio em consideração às viagens, os donos de embarcações chegam a entender a sazonalidade como um fator que diminui e aumenta distância hidroviária no Amazonas, condicionando maiores ou menores gastos com combustíveis, e outrem que influem economicamente na viagem.

Em relação a municípios da região do alto Solimões, Gomes (2017) denota que em determinadas cidades da calha, existe influência no modo de vida pela hidrodinâmica e outros eventos condicionados na rede hidrográfica, tanto em época de vazante quanto de cheia do rio.

Sem dúvidas a influência sazonal diante dos meios de transportes fluviais na região do alto Solimões é atuante, Gomes (2018) retratou a dificuldade perante a seca dos rios, onde explanou em um de seus trabalhos: a dificuldade de transporte no canal da ilha de Aramaçá, percurso que interliga os municípios de Tabatinga-AM e Benjamin Constant-AM, ambas na região do alto rio Solimões:

Observou-se que durante a vazante do rio Solimões, o fluxo de embarcações neste percurso é determinado por fatores naturais, representados na hidrodinâmica do rio e na deposição de sedimentos, que levam ao aparecimento de bancos arenosos. Com a redução do volume de água no canal a cada ano, entre os meses de agosto e setembro, surge o leito menor e conseqüente redução da área para o tráfego de embarcações, dificultando a passagem dos barcos de grande porte. Somente embarcações menores fazem o percurso entre as cidades em torno de 25 minutos. Por conseqüência os barcos que transportam cargas e passageiros precisam contornar a ilha de Aramaçá para chegar ao destino final, elevando o tempo de viagem e os custos com combustível (GOMES, 2018, p. 1).

Ao se averiguar a lógica do transporte fluvial entre as cidades citadas, toma-se por conhecimento a existência de um canal do rio Solimões que margeia a ilha em destaque na FIGURA 38, canal este que apresenta intenso tráfego fluvial entre os dois municípios, simbolizando o conceito, nossos rios nossas estradas.

Figura 38: Fluxo de embarcações/Tabatinga e Benjamin Constant-AM.



Fonte: Google Earth, (Org.) Fabiam Gomes, 2018.

Se orientando pelas informações contidas no mapa, é perceptível que o fluxo de barcos de grande porte denotado pela seta azul é vetado por influências das águas baixas, os recreios, (barcos que fazem o transporte de carga e passageiros), fazem uma volta entorno da ilha citada para alcançar seu destino conforme mostra a FIGURA 38, no caso mostrado o destino é a cidade de Tabatinga-Am. Desta forma pondo em evidência o fator implicante perante os povos que moram no Alto rio Solimões, assim como em outros lugares na Bacia hidrográfica do Amazonas, na FIGURA 39 podemos observar exemplo de barcos de grande porte que fazem viagens na calha do rio Solimões.

Figura 39: Barco de grande porte, porto privado em Tabatinga-AM.



Fonte: Fabiam Gomes, 03/04/2018.

É perceptível na imagem o tamanho deste tipo de embarcação em comparação a outros meios de transportes fluviais na região Amazônica, é evidente que este tipo de barco para fazer transporte, tanto de passageiros como cargas de diversos seguimentos, tem que dispor de espaço suficiente para atender a demanda logística para com seus clientes.

Ao estimar às viagens nos rios, com a diminuição de volumes de águas por consequência do clima, (verão Amazônico), é deflagrada a aparição do leito menor e leito de vazante, dessa forma comprimindo alguns canais usados como vias de ligação entre municípios no rio Solimões.



Todavia tendo acesso a estes trechos somente embarcações menores como é o caso das voadeiras, modal representado na FIGURA 40, que fazem o transporte de passageiros com mais rapidez, estas embarcações fazem percursos em tempo diminuto em consideração aos barcos grandes.

Figura 40: Lancha voadeira, zona portuária de Tabatinga-AM.



Fonte: Fabiam Gomes, 03/04/2018.

Inquestionavelmente os rios amazônicos tendem a seguir suas dinâmicas e sazonalidades em contexto aos seus influenciadores naturais, visto que o clima e as condições impostas ditam as gêneses das dinâmicas fluviais, onde conforme Christofollet (1980) exemplifica que: o clima é um dos sistemas antecedentes controladores importantes que mantem o dinamismo dos processos.

Assim é evidente que a resiliência ao modo de vida, cabe aos povos ribeiras, isso não somente na Amazônia, mais em qualquer lugar do planeta é pertinente a busca por se adaptar as estas novas condições que afligem nossa sociedade atual.

## **1.2. Dinâmicas fluviais: de eventos físicos a consequências ao modo de vida ribeirinho**

Na Amazônia é perceptível a existência de uma pluralidade de interações entre processos e condicionadores dinâmicos que deflagram fenômenos naturais que cada vez mais repercutem perante os habitantes nos rios Amazônicos, onde no contexto atual estes eventos motivam ampliar o debate sobre suas consequências, seja pela forma

como vem modificando a paisagem de leitos e margens dos rios, ou pela mudança que ele provoca no cotidiano dos ribeirinhos.

Logo, na região amazônica todo e qualquer fenômeno que venha a dificultar a vivência dos ribeirinhos em contexto de mudanças no modo de vida por intermédio de dinâmicas fluviais é digno de estudo. O caráter investigativo não deve prender-se em apenas delimitações espaciais no contexto hidrográfico junto aos seus fenômenos naturais, e sim, também às possíveis influências causadas ao modo de vida das pessoas.

Em posição teórica sobre o contexto das dinâmicas fluviais dentro de um rio, estes configuram problemas notáveis no âmbito portuário de cidades e comunidades, onde por certo podemos chegar à suposição de que a influência de processos de posição de sedimentos quanto eventos erosivos afetam cidadãos ribeirinhos em escalas diferenciadas, como pode ser observado a seguir:

- ❖ As deposições em escala econômica: por condicionar dificuldade nos processos logísticos de embarcações que fazem viagens no rio Solimões, causando gargalos relacionados à carga e descarga para com comunidades, cidades e suas correspondentes zonas portuárias em períodos de secas, ocorrendo estas problemáticas com o surgimento das parias que se encontram submersas, tornando as viagens mais dificultosas e com maior tempo de duração.
- ❖ As erosões em escala social: por proporcionar danos materiais como perda de moradias, ruas, estruturas portuárias entre outros danos que se deflagram por consequência de processos erosivos nos perímetros marginais.

Convém ressaltar que em lógica sobre a deflagração destes eventos, eles trazem todos os tipos de danos ao ser humano, sendo desconstruindo, ou produzindo paisagens e lugares, por este motivo é pertinente haver discussão sobre maneiras de ocupação e de quais consequências estas ocupações podem trazer.

Seguindo o pensamento exposto, dando ênfase aos povos ribeirinhos e consequências da dinâmica fluvial que as comunidades sofrem, estas se situam nas margens dos rios, têm suas origens em decorrer do crescimento de pequenos povoados, sendo diversas e de todos os tamanhos, conseqüentemente expostas aos processos fluviais.

Ross (2020) ressalta que o ambiente é imperativo ao homem, e como ser social, expandir-se, tanto demograficamente como técnica e economicamente, torna-se evidente que aparecerão, nesse processo os efeitos contrários a estes modais de ocupação.

Muitas destas comunidades na maioria das vezes já têm muito tempo de existência, neste sentido o povo que ali vivi constrói um sentimento de amor pelo lugar onde mora, dando sentido literal ao pensamento que: “o espaço material não é, de forma alguma, uma “coisa” indiferente fechado sobre ele mesmo, de que se dispõe ou que se pode descartar. É sempre uma matéria que acolhe ou ameaça à liberdade humana” (DARDEL, 1899-1967, p. 8).

Segundo Dardel, (1899-1967), “a linguagem geográfica vincula assim as surpresas, as privações, os sofrimentos ou as alegrias que se ligam as regiões”. Com estas palavras colocadas pelo autor, é possível entender parte do que os moradores ribeirinhos sofrem, pois estes, coexistem com os processos dinâmicos de âmbito fluvial.

Teoricamente o lado afetivo em relação à perda de seu lugar de vivência tem influência no bem-estar emocional de pessoas que perdem seu lar por conta da erosão fluvial, ou até mesmo por influência de deposição de sedimentos o qual condiciona dificuldade de locomoção em época de vazante do rio.

Pode-se levar em conta que por muito tempo é guardado o sentimento amargo da perda afetiva, sentindo-se angustiado por ver a paisagem o seu redor sendo continuamente transformada, e assim ter que deixar o lugar onde vive.

Sentimento este que na literatura atual sobre estudos da modificação do ambiente humanizado e seus danos psicológicos recebe a nomenclatura de Solastalgia, onde a mesma se conceitua “como conjunto de transtornos psicológicos ocasionados decorrentes do sofrimento induzido pelo ambiente”. (ALBRECHT, *et al.*, 2007. p. 95).

Sobre o pensamento citado, é possível interligar este raciocínio a deflagração de eventos naturais: ao ocorrer um evento erosivo ou tomada de determinados lugares por aparecimento de praias, estes fenômenos naturais não levam embora apenas casas, escolas, lugares de lazer ou a terra em si, também leva junto memórias de coisas que foram vividas nestes determinados lugares.

Isso pode ser observado na FIGURA 41, que exemplifica os processos fluviais interferindo na vida das pessoas, isso é perceptível na comunidade de Palmares, zona rural do município de Tabatinga-AM, onde construções estão sendo parcialmente engolida pela erosão fluvial.

Figura 41: Construções sendo engolida pela erosão fluvial.



Fonte: Defesa civil de Tabatinga-AM, 29/04/2017.

Na imagem é perceptível que a distância da margem para os prédios (Igreja, escola e casas) é pequena, por observação detalhada da paisagem será avistado que a erosão ocorrente é ativa, pondo este local em risco eminente de danos materiais.

Abordando estes processos, ao decorrer de perdas materiais por fenômenos erosivos os ribeirinhos terão muitas lembranças, lembranças do tempo de criança, da adolescência, em um todo, de todas as fases de suas vidas que ali foram concebidas.

Seguindo em mesmo raciocínio, é denotado um processo erosivo ocorrente no município de Santo Antônio do Iça-AM, que atingiu no mais tocante de seu problema uma área de 15.000m<sup>2</sup>, com 100 metros de comprimentos, 150 de largura e 20 metros de profundidade não havendo vítimas fatais, apenas havendo perda material por parte dos moradores em 09/03/ de 2015, observar a FIGURA 42.

Figura 42: Movimento de massa em Santo Antônio do Içá-AM.



Fonte: Defesa Civil, S.A.I, 2015, (Org.) Fabiam Gomes, 16/03/2023.

O processo erosivo mostrado na figura foi deflagrado no dia 09 de março 2015, por volta das 07 h da manhã, deixando 52 habitações em observação, e comprometendo um total de 36, os problemas identificados no âmbito das áreas afetadas consistiram sobretudo por influência direta do fenômeno erosivo denotado, que por si causou direta ou indiretamente complicações sociais.

Em vista de todos os problemas condicionados por fatores naturais no ambiente fluvial na Amazônia, estes, brevemente foram humanizados, mostrando as angústias vividas pelo povo ribeirinho por conta de deflagração de erosões, deposições, enchentes e outras implicações nas margens dos rios, em áreas desabitadas ou em zonas portuária, considerado demonstrar alguns conhecimentos sobre a região do alto rio Solimões.

## 2. Problemas portuários

Dentro do contexto investigativo que se insere a busca por elucidar questões em relação à dinâmica em âmbito fluvial, a problemática que se refere o tema desta dissertação em questão, é resultado da preocupação com processos dinâmicos e consequências destes eventos nas cidades no alto rio Solimões, nesta lógica, Gomes (2017) focou suas investigações no contexto dinâmico portuário, por observações

constantes em viagens pelo alto rio Solimões percebeu que em determinadas zonas portuárias existiam diferentes processos dinâmicos com diferentes implicações.

Sobre os problemas que se deflagram nestas zonas portuárias Gomes (2017) explana que:

É perceptível que em certas cidades da região do alto Solimões é possível e inclusive já foram construídos portos atendendo suas necessidades econômicas e sociais; e em outras essas possibilidades são um pouco dificultosas, pelo fato de haver um conjunto de fenômenos geomorfológicos “morfodinâmica” indo de encontro às ideias de construção desses portos (GOMES, 2017, p. 12).

Em relação à calha do alto rio Solimões, esta região é formada por nove municípios, havendo nestes territórios, particularidades de processos e dinâmicas atuantes para cada zona portuária, sendo exemplificado tais condições na Tabela 3, onde é posto em evidência algumas características fisiográficas dos históricos portuário destes municípios:

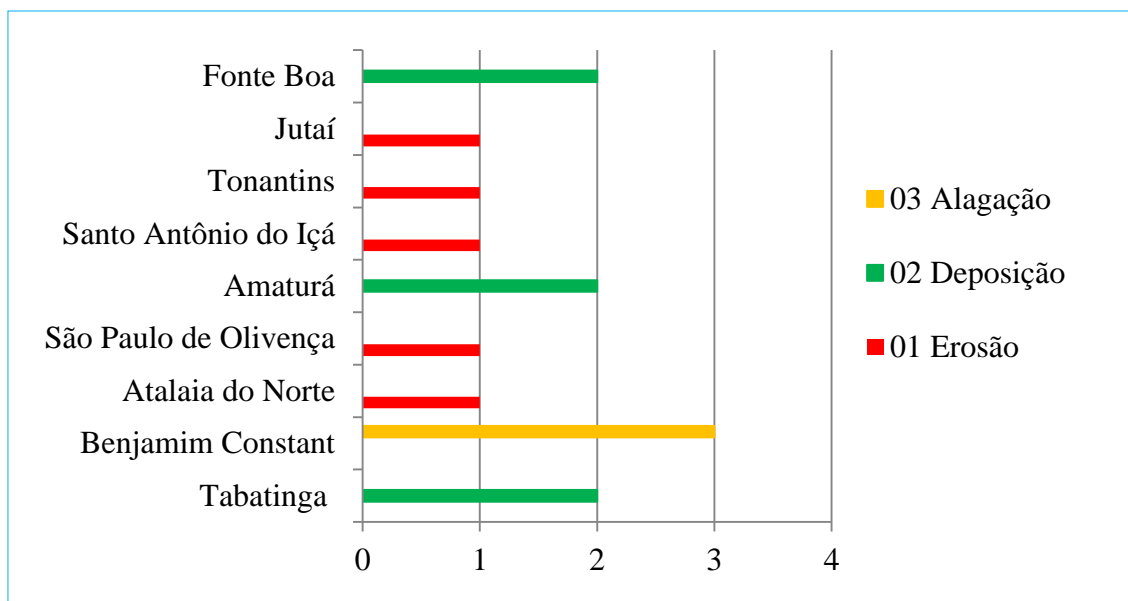
Tabela 3: Problemas portuários nos municípios do alto rio Solimões.

<b>MUNICÍPIO</b>	<b>MARGEM</b>	<b>PROBLEMA PORTUÁRIO</b>
Tabatinga	Esquerda	Deposição de sedimento
Benjamim Constant	Direita	Alagação
Atalaia do Norte	Direita	Erosão
São Paulo de Olivença	Direita	Erosão
Amaturá	Direita	Deposição de sedimentos
Santo Antônio do Içá	Esquerda	Erosão
Tonantins	Esquerda	Erosão
Jutaí	Direita	Erosão
Fonte Boa	Direita	Deposição de sedimentos

Fonte: Fabiam Gomes, 2023.

É possível verificar que entre os nove municípios da calha do rio Solimões, cinco sofrem com processos erosivos, caracterizando um total de 55, 50% dos municípios com erosão em seus portos, três têm problemas como deposição de sedimentos, equivalente a 33,3% dos municípios com surgimento de praias em suas zonas portuárias, e um município sofre com a enchente do rio, constituindo o percentual de 11, 20% onde as subidas das águas interfere área que consiste o porto do município, processos estes condicionados pelos processos fluviais atuante na região, os GRÁFICOS 4 e 5 que se seguem representam estes percentuais denotados.

Gráfico 4: Representação de municípios e suas implicações.



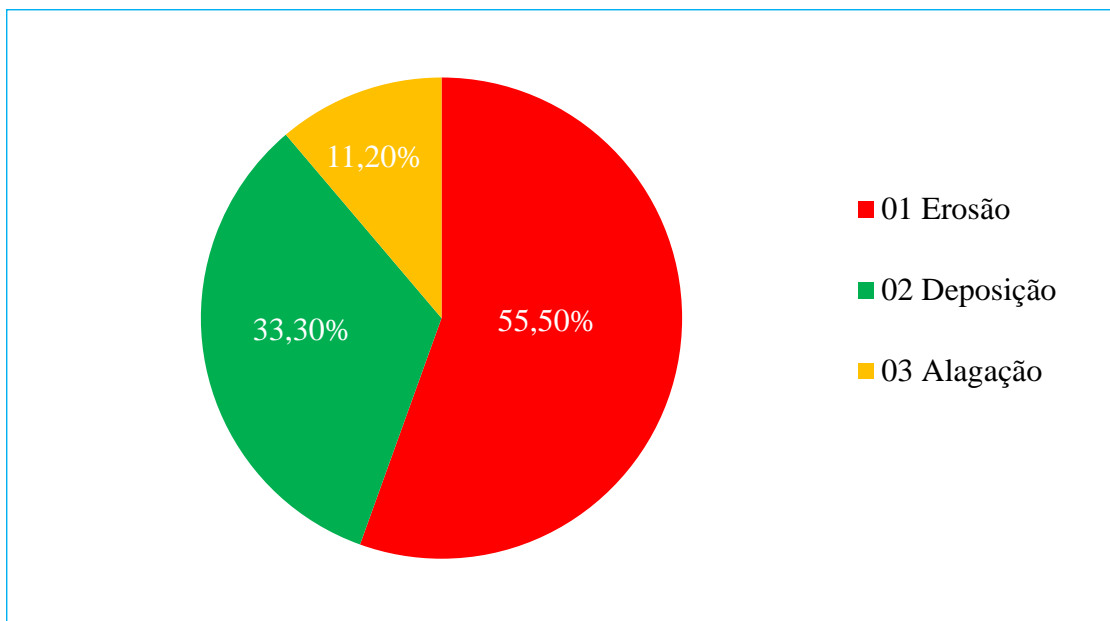
Fonte: Fabiam Gomes, 2023.

O rio Solimões como sistema hidrográfico apresenta uma dinâmica com instabilidade e características notáveis em sua extensão, assim como outros rios da Amazônia ele se localiza em clima equatorial úmido, com percentual pluvial notável junto ao escoamento fluvial, fatores estes que agregam aos condicionantes dos processos dinâmicos e para com as implicações.

Os fenômenos naturais ocorrentes nesta região podem representar as características morfodinâmicas e os condicionadores que atuam em toda bacia hidrográfica amazônica, muitas das vezes variando de intensidade de um lugar para outro, havendo variações conforme Christofolletti (1980) com aspectos geológicos, geomorfológicos, climáticos e até antrópicos, estes sendo conceituados como fatores controladores.

Isso implica entender que ao ser posto em análise, tal teoria nos possibilita perceber que muitas áreas potenciais podem estar suscetíveis a diferentes processos, como já denotado também, existem diversas implicações para determinadas zonas portuárias e suas orlas, no GRÁFICO 5 é mostrado a porcentagem de implicações por município.

Gráfico 5: Caracterização do percentual por implicação.



Fonte: Fabiam Gomes, 2023.

Como problemática mais notável entre os municípios de Jutaí, Tonatins, Santo Antônio do Içá, São Paulo de Olivença e Atalaia do Norte foram os processos erosivos, e de suma importância considerar que pode existir maior influência tectônica nestes perímetros, pois conforme Carvalho (2012), a atual rede de drenagem do rio Amazonas é caracterizada em seu conjunto como sendo uma drenagem fortemente orientada pelos fatores estruturais e neotectônicos, existindo anomalias de drenagem, capturas fluviais, lineamentos, tipos e formas de lagos, irregularidades na sequência de sedimentos, entre outras anomalias, são atribuídos a fatores neotectônicos.

Todavia, a plena compreensão da evolução geomorfológica do Estado do Amazonas decorre de uma análise histórica de processos geológicos e geomorfológicos ocorridos desde o início do Fanerozoico (DANTAS e MAIA, 2010 p. 32).

Nesta lógica, se tratando em ferramentas de investigação destes processos e condicionadores, é posto em evidência por Pina e Gomes (2018) a importância que:

A Geomorfologia fluvial (ramo da geomorfologia), no qual o presente artigo está voltado, demonstra a sua complexidade no estudo dos rios, visto que através dela podemos entender o poder que um rio possui no tocante de sua dinâmica, levando a processos erosivos: como abatimentos de solo, terras caídas e processos de deposição, como diques marginais, bancos de areia e entre outros tipos de deposição, modificando ao longo dos anos o seu perfil longitudinal do canal, despertando inquietações perante problemáticas que



afligem cidades, que estão localizadas as margens de rios, como por exemplo, o rio Solimões (PINA e GOMES, 2018, p. 2).

Sabe-se que um rio é um sistema em constante evolução, assim dessa maneira suas margens sempre proporcionam dinamismo notável e implicante, principalmente se estes se deflagrarem em áreas povoadas, que conseqüentemente irão interferir nas estruturas portuárias de várias cidades que margeiam os rios amazônicos.

Reis (2022) reforçando o pensamento de Gomes (2017), sobre problemas de cunho portuário, aponta que a implantação de obras portuárias onde processos fluviais são atuantes de maneira assídua, é necessário haver estudos bastante aprofundados, pois o canal fluvial em determinados trechos do rio Solimões sofrem grandes mudanças no seu leito e isso dificulta a implantação de obras de grande porte que possam atender a população ribeirinha e dar segurança logística, e ao transporte de pessoas e mercadorias através da atracação de embarcações de transporte regional, como navio recreios, balsas e lanchas.

Sobre eventos de cunho natural e suas implicações Chioffi (2013) complementa que:

Vale lembrar que, em se tratando de desastres e outros processos naturais, o Brasil sofre cerca de 1.300 deles por ano. Em 2009, esses desastres atingiram o fantástico número de 3.000 casos, como inundações, ciclones, tornados, incêndios, deslizamentos de solo e rochas, erosões etc. Ocorrem praticamente em todos os Estados do Brasil (CHIOFFI, 2013, p. 398).

Em virtude dos fatos mencionados, é posto em destaque por Oliveira (2010), que a ocupação urbana, na maioria das cidades do Brasil, (tendo em mente que este raciocínio não foge à realidade dos municípios investigados) tem ocorrido desordenadamente e sem o mínimo conhecimento sobre as características do meio físico, colocando a população frequentemente em situações de risco que podem evoluir até a deflagração de acidentes geológicos e outras problemáticas propriamente ditas.

Em mesma linha de pensamento Frota (2017), leva a inteirar que tudo aquilo que a natureza e a sociedade produzem, desde os objetos naturais até os artificiais: uma floresta, rios, ruas, pontes, casas, cidades, tornando o espaço artificial enquanto conteúdo de criação e ao mesmo tempo como o espaço da possibilidade, pois a natureza tem a capacidade de se reinventar, diante daquilo que a técnica é capaz de criar e superar obstáculos geográficos que dificultem a habitação humana.

Dando um sentido de orientação perante fenômenos em ambientes fluviais ou não, Oliveira (2010), expressa que “a prevenção de acidentes geológicos urbanos é possível a partir da identificação e análise de áreas de risco. Estas, por sua vez, são enfocadas em trabalhos prévios de análise do meio físico, comumente denominados mapeamentos geotécnicos”.

#### **CAPÍTULO IV: PROCESSOS DE EROÇÃO E DEPOSIÇÃO, IMPLICAÇÕES LOCAIS E SUAS INFLUÊNCIAS**

Como o capítulo já condiz, dentro deste será apresentado e discutido os dados, informações, imagens e outros pontos consistentes que demandem um entendimento geral do tema e sua linha teórica, dando um sentido satisfatório aos objetivos traçados durante todo processo de pesquisa e dissertação do trabalho em si.

##### **1. Ciclo morfológico fluvial**

Dentro do sistema fluvial existe a entrada de elementos provindos dos fatores controladores do sistema geomorfológico, como é o caso da água por intermédio da ação do clima, onde a exemplo de um rio, ele receberá água da precipitação, e no caso dos sedimentos, serão advindos do fator geologia, ou seja da vertente do solo marginal do próprio rio, assim sendo cada fator controlador alimenta o sistema por determinados tipos de entradas, que ao serem recebidas pelo sistema passarão trabalhar em seu interior.

Levando em consideração essa maneira de raciocinar, Christofolletti (1980) expressa e dá pertinência ao pensamento, pelo fato da existência dos sistemas de processos-respostas, que configuram a combinação de sistemas morfológicos e sistemas em sequencias, onde os sistemas em sequência indicam os processos, e o geomorfológico as formas, e ao se definir os sistemas de processo-respostas, a ênfase maior está focalizada para identificar as relações ente o processo e as formas que dele resultam, estabelecendo um equilíbrio entre o processo e a forma.

A inter-relação dos componentes naturais dentro de um rio condicionam um funcionamento harmônico das engrenagens no ciclo morfológico fluvial, esta afirmação tem sua pertencia embasada no equilíbrio existente entre os trabalhos realizados por um rio, estes deflagrando a concretização de uma paisagem ou forma de relevo, a FIGURA

43 traz a representação do ciclo morfológico fluvial junto à linha temporal que interliga os trabalhos dos rios, cujo o ciclo inicia-se pela erosão.

Figura 43: Ciclo morfológico fluvial.



Fonte: Elaboração, Fabiam Gomes, 2023.

A linha temporal apresentada entre os trabalhos dos rios no ciclo morfológico fluvial procura representar, não somente a escala temporal que cada componente tem em relação a sua deflagração, contudo traz também os fatores variáveis que contribuem para que a gênese dos trabalhos ocorram na linha temporal. Com base neste raciocínio, é propício apresentar a condição de “Dilação”, que conceitua basicamente o tempo que levar para um lugar ser constituído e conseqüentemente desconstruído, variando o tempo de ação ente os tipos de relevos fluviais.

É posto em evidência que, do processo de erosão à condição de dilação, o ciclo passa por outros dois trabalhos: o transporte e deposição de sedimentos. A erosão em si depende de outros fatores para a sua deflagração, como por exemplo, declive do canal, Gradiente de fluxo ou resistência do pacote sedimentar, tendo um retardamento para com a constância do processo, levando a entender que este processo tem sua gênese na escala temporal intermitentemente.

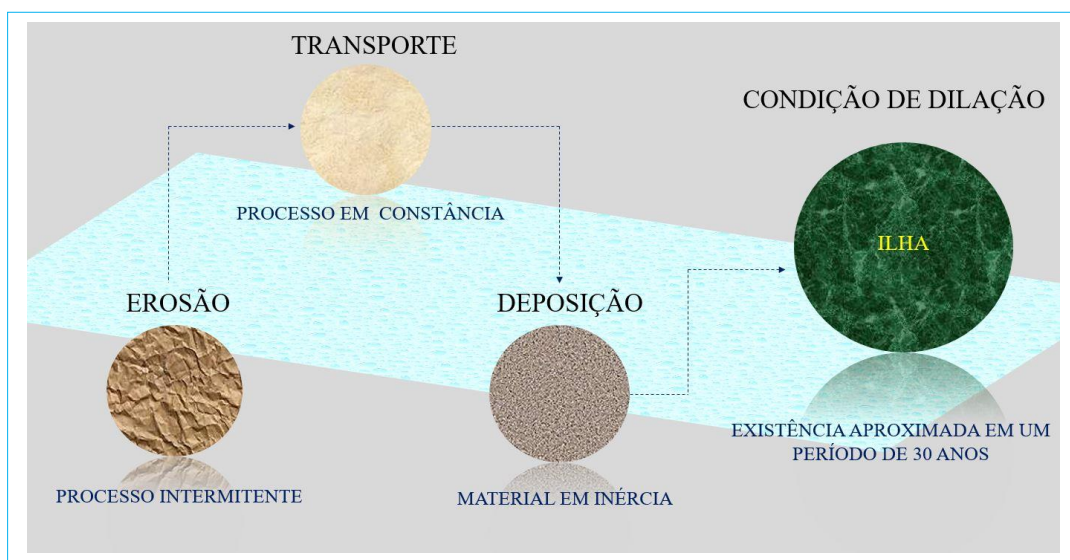
Já o transporte do material erodido, seu tempo funcional pode ser considerado constante na linha temporal, pois os sedimentos são advindos de várias áreas fontes,

estando dissolvidos, em suspensão ou como carga de fundo, movimentados pela força que a água exerce sobre estes materiais, pondo-os em constante movimento dentro do curso fluvial.

O processo de deposição tem sua gênese temporal a partir de fatores como: menor gradiente de fluxo ou barreiras naturais, características que reduzem a força exercida sobre o material transportado, dando a possibilidade de sedimentos mais grosseiros possam ser postos em estado de inércia, acumulando sedimentos até a formação de bancos arenosos que possibilitam a formação de praias e até ilhas em condição de dilação.

Observar a FIGURA 44, onde é proposta uma concepção temporal onde coexista os trabalhos dos rios e o equilíbrio entre as variáveis funcionais dentro deste sistema.

Figura 44: Proposta de variáveis temporais no ciclo morfológico fluvial.



Fonte: Elaboração, Fabiam Gomes, 2023.

Conforme D'Angelo (2009) a dinâmica de formação de ilhas é o mais claro exemplo da velocidade de deposição sedimentar em áreas alagáveis de várzea, as plantas herbáceas são as primeiras a surgir no processo de colonização vegetal, as gramíneas aquáticas, como são adaptadas à dinâmica de deposição de sedimentos formam extensos grupamentos monoespecíficos, cuja propagação é predominantemente vegetativa, formando novas rebrotas nas camadas superiores dos sedimentos, o que acelera os processos de deposição de novas cargas sedimentares.

Sobre a formação de ilhas e a condição de dilação, é posto em destaque, que conseqüentemente por conta do ciclo morfológico fluvial e as variáveis contidas em seu

interior, é perceptível que após um período de 30 anos, os agentes do ciclo morfológico retrabalham a paisagem que é concretizada em determinada paisagem, essa estimativa de tempo é mensurada hipoteticamente em referência a mudança de uma praia, a qual pode mudar suas configurações, onde depósito arenoso podendo ir de um ponto (A) para um ponto (B) percorrendo muitas das vezes distâncias aproximadamente de 4km a jusante dos rios.

De acordo com Coleman (1969 *apud* Strasser, 2008, p. 76), essa modificação de lugar ocorre em situações extremas, como a que pode acontecer durante uma enchente excepcional em um rio com elevada carga de sedimentos, as formas de fundo podem deslocar-se acima de 500m em um dia e nessa situação o arrasto de sedimentos pode representar até 70% da carga total de sedimentos.

Como exemplo desta mudança de deposição em questão, de um ponto (A) para um ponto (B), um evento deste porte foi notado na zona rural no município de Santo Antônio do Içá-AM no período de 1990-2020, onde existia uma praia que ao passar dos anos mudou de lugar, e em novo local virou uma ilha, e pós sua formação, esta ilha teve o processo de desconstrução em incidência, assim podemos considerar que os fatores variáveis do ciclo morfológico fluvial tiveram papel pertinente na condição de dilação. Em menção ao ocorrido em Santo Antônio do Içá, o processo de mudança e formação da ilha teve uma escala temporal de 30 anos até que se iniciou o novo ciclo.

Vale ressaltar essa possibilidade, “uma vez que bacia hidrográfica se encaixa perfeitamente no conceito de sistema aberto, dinâmico e complexo, pois está em contínua interação com o ambiente externo trocando matéria, energia e informação”, Carvalho, (2006).

Rebello (2010) esclarece que as bacias hidrográficas são consideradas sistemas abertos onde se realizam a entrada e saída de água e sedimento, estabelecendo um sistema de alimentação energética que determina o caminho que água vai seguir dentro do curso fluvial, muitas vezes estas águas encontram obstáculos mudando o curso do fluxo.

O relevo, como um dos componentes do meio natural, apresenta uma diversidade enorme de tipos de formas. Essas formas, por mais que possam parecer estáticas e iguais, na realidade são dinâmicas e se manifestam ao longo do tempo e do espaço de modo diferenciado, em função das combinações e interferências múltiplas dos demais componentes do estrato geográfico. (ROSS, 2020, p. 9).

Considerando o relevo fluvial, a condição para a modificação da passagem tem sua ação diferenciada para com os tipos de relevo, a ação dos agentes dinâmicos no relevo pode ser observada a partir do tipo de relevo em que os agentes estão atuando, nesta lógica o relevo de planícies de inundação por serem menos consolidados terão menor resistência perante agentes erosivos, já os terraços fluviais mais antigos têm notável amplitude de altimetria e maior consolidação sedimentar e mais resistência e duração perante agentes erosivos.

### 1.1. Relação do ciclo morfológico fluvial, homem, processos e implicações

É perceptível que tudo na crosta terrestre está sujeito à modificação, automaticamente os relevos, formações geológicas, rios, mares e entre outros elementos da paisagem em geral colocam-se metamorfose, modelos estruturais tendo um tempo em escala geológica para sua existência.

Em virtude dos fatos mencionados, tudo na paisagem é mutável, assim, se voltando ao tema discutido, as zonas portuárias e obras contidas nestes perímetros, também terão seu tempo de durabilidade determinado por ações da dinâmica fluvial.

O rio Solimões como sistema aberto, apresenta partes ou subsistemas que trabalham de forma diferente, porém não separadamente, e são interligados por um fator físico, a (água), a qual mantém relação direta com condicionadores processos e implicações, vide FIGURA 45.

Figura 45: Relação entre elementos do sistema fluvial e zona portuária.



Fonte: Elaboração, Fabiam Gomes, 2023.

Em decorrência da ação dos processos de erosão, deposição e alagação nas zonas portuárias, estas podem sofrer com implicações resultante do ciclo morfológico atuante, fenômenos naturais que comprometem estruturas que são partes importantes para o bom funcionamento logístico de acesso de passageiros, carga e descarga de mercadorias e atracação de barcos em geral.

A presença do homem à margem do rio, incide na construção de paisagens artificiais, na medida em que engenha objetos que possibilitam a adaptação às alternâncias das fases terrestres e aquáticas do ambiente (PEREIRA e WITKOSKI, 2012, p. 276).

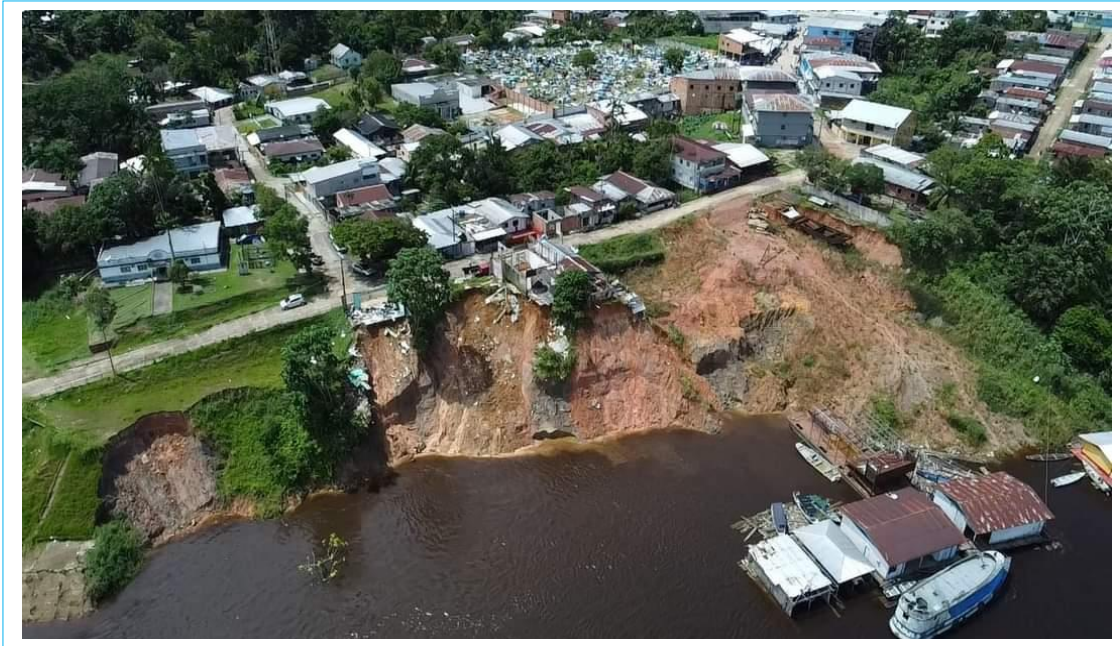
Sobre a adaptação humana, Moraes (1993) resgata da visão de Vidal de La Blache quando:

[...] colocou o homem como um ser ativo, que sofre influência do meio, porém, atua sobre este, transformando-o. Observou que as necessidades humanas são condicionadas pela natureza, e que o homem busca as soluções para satisfazê-las nos materiais e nas condições oferecidas pelo meio. Neste processo, de trocas mútuas com a natureza, o homem transforma a matéria natural, cria formas sobre a superfície terrestre[...] (MORAES, 1993, p. 68).

Contudo essa interferência no meio natural traz consequências ao longo dos anos, é perceptível muitas das vezes acontecimentos como alagações, processos erosivos, de deposição. Reações que culminam em desordem social, o espaço transformado pelo Homem não é perene, estes lugares que foram transformados passam por processos que nada mais é que a própria natureza requerendo os espaços que lhe pertence, e isso é visto no caso do ciclo morfológico agindo nas zonas portuárias dos municípios.

O rio Solimões apresenta-nos lugares que a partir da dinâmica social tomam o espaço natural e dão lugar ao espaço humanizado, no caso do ambiente fluvial os seres humanos e rio são agentes construtores deste fenômeno, em determinado espaço de tempo algo é criado, e a natureza vem e toma novamente seu espaço de alguma forma, deixando este lugar com instabilidade eminente, observar a FIGURA 46 onde é exposto um problema na zona portuária do município de Jutai-AM.

Figura 46: Erosão fluvial engolindo casas no município de Jutai-AM.



Fonte: Defesa Civil de Jutai-AM, 23/03/2023.

As estruturas de engenharia que compõem a paisagem portuária, serão mais cedo ou mais tarde danificadas ou inutilizáveis por algum processo modificador, porém as construções teriam maior durabilidade se houve-se estudos relacionados às características morfológicas e geológicas, construindo obras portuárias com uma melhor técnica, e assim elas poderiam ter maior tempo de duração, em contra partida as outras com processo de engenho com pouca informação técnica logo teriam suas estruturas danificadas, a exemplo da figura denotada.

## **2. Processo e implicações relevantes na zona portuária de São Paulo de Olivença-AM.**

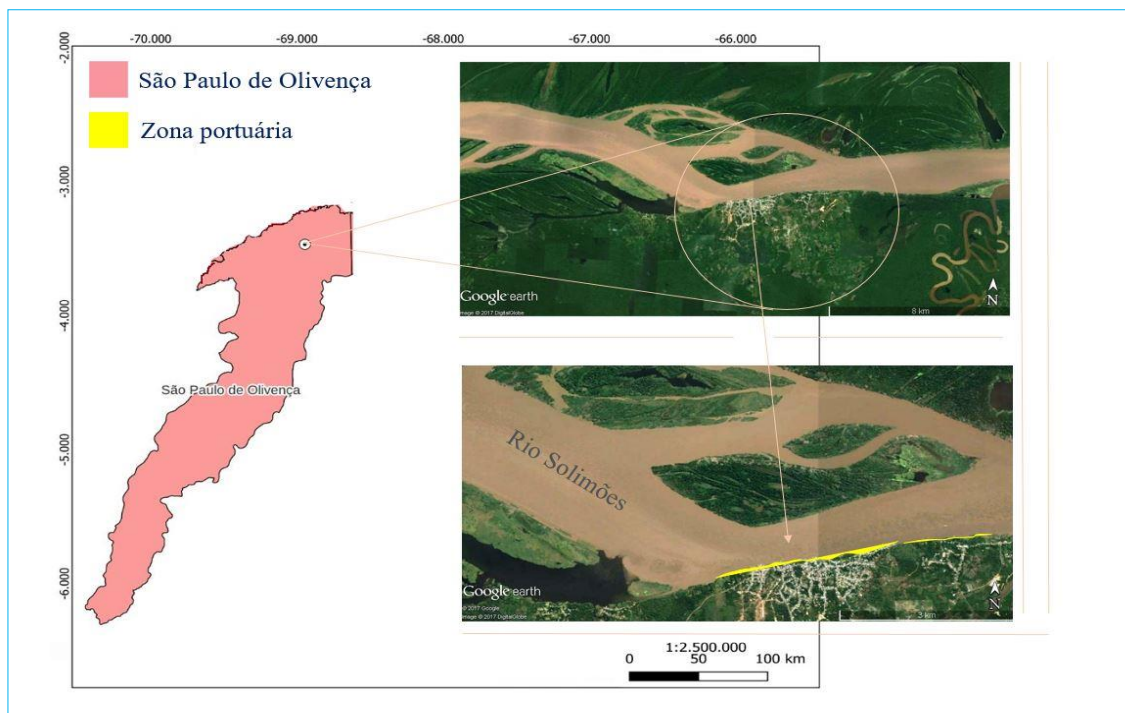
Trazendo algumas informações sobre o município em questão, São Paulo de Olivença-AM situa-se na margem direita do rio Solimões, conforta em seus limites uma população estimada em 39.299 habitantes, com uma área territorial de 9.658,502 km<sup>2</sup>, sua distância da capital Manaus é estimada em 982,64 km em linha reta, e 1.351 km por via fluvial, que conforme as tantas voltas e dinâmicas dos rios o percurso e distância são aumentados.

Por consequência do fenômeno natural das terras caídas, entre os anos de 2010 e 2016 foi decretado pelo Governo do estado do Amazonas, por meio da Defesa Civil do Amazonas, situação de emergência, e conforme a ação da defesa civil, nesta época foi elaborando um plano de reabilitação do cenário de desastre na zona portuária e áreas



limitantes desta cidade, na FIGURA 47 é denotado o mapa do município e limites portuários.

Figura 47: Território do município de São Paulo de Olivença-AM.



Fonte: IBGE, Google Earth, Fabiam Gomes, (Org.) 2023.

A cidade se encontra dentro do domínio de relevo colinoso da Amazônia ocidental, vide FIGURA 24, capítulo 2 a (orla) onde se configura a zona portuária possui uma extensão de cerca de 3km, denotado pela linha amarela, sendo constituída por um talude íngreme com aproximadamente 40m de altura, sob embasamento de sedimentos da Formação Içá e Solimões.

Se baseado por relatório circunstancial da CPRM (2018), na cidade de São Paulo de Olivença havia um total de 250 imóveis e 1000 pessoas estavam em situação de risco muito alto por causa das erosões ocorrente nos perímetros que correspondem a linha amarela no mapa da FIGURA 47.

Silva (2021) ressalta que, nesta sede municipal percebe-se o constante e acentuado reflexo do fenômeno das terras caídas, e sua história vem sendo marcada pelas incessantes perdas de seu tecido urbano, e conseqüentemente os vários episódios envolvendo esse fenômeno têm atraído diferentes especialistas que vão até àquela cidade ver de perto a intensidade do fenômeno.

Dentro do contexto que se insere o processo erosivo na sede municipal em questão, para a dada situação é proposto defender a combinação de dois fatores que possam ter influência, e condicionarem a existência das terras caídas em uma escala diferenciada, segue o pensamento:

- ❖ Primeiro, o fluxo concentrado, caracterizando conforme Carvalho (2012) a pressão hidrodinâmica, que com o poder do gradiente exercido pela corrente enfraquece a base do pacote sedimentar ocasionado erosões que compõem dinâmicas no âmbito fluvial.
- ❖ Em segunda opção teórica para com a atuação e condicionamento do processo erosivo das terras caídas na zona portuária do município de São Paulo de Olivença-AM, temos a neotectônica, sendo um dos fatores que também dentro do entendimento de Carvalho (2012), exerce influência na incidência destes processos fluviais.

Com observação e estudos realizados em campo, assim como também análise de mapas que apresentam características geológicas do município, foi trazida a proposta de que esses dois fatores têm influência direta na incidência das erosões que condicionam implicações no perímetro que configura a zona portuária do município, na FIGURA 48 é apresentado um fluxograma com a concepção sobre as terras caídas.

Figura 48: Fatores atuantes na zona portuária de São Paulo de Olivença-AM.



Fonte: Elaboração, Fabiam Gomes, 2023.

Na busca de argumentação para as informações trazidas na FIGURA 47, o raciocínio toma apoio em Marques (2022), onde o autor exalta que a capacidade de raciocínio humano e suas observações tornam possível estabelecer relações entre as formas de relevo e seus processos geradores, em fenômenos que causam grandes impactos é comum restarem na paisagem significativas marcas de sua ocorrência, facilitando identificação dessas relações, na FIGURA 49 e perceptível o rastro destruição deixado, a exemplo do pensamento exposto.

Figura 49: Ação danosa das terras caídas em São Paulo de Olivença-AM.



Fonte: Defesa Civil, 19/09/2010.

O fenômeno das terras caídas no município de São Paulo de Olivença tem notável repercussão pois no tocante de sua deflagração este tem o poder destrutivo elevado com maiores implicações, pois sua deflagração é em área urbana, fator que torna essa erosão visível perante a sociedade, e assim fazendo existir por parte de órgãos competentes ações que minimizem os transtornos causados.

É verificado na imagem a extensa faixa de terra que foi movimentada, engolindo moradias, e ruas onde estas se localizavam, principalmente as casas que margeavam o rio, ligando-se a questão de ocupação das margens dos rios, Trindade Jr, (2008) retrata que essas casas “são construídas na beira-rio desses núcleos urbanos, pois as primeiras ruas definem um padrão de estruturação urbana cujas referências principais são as vias fluviais” isso pela importância logística que o rio representa para estes moradores.

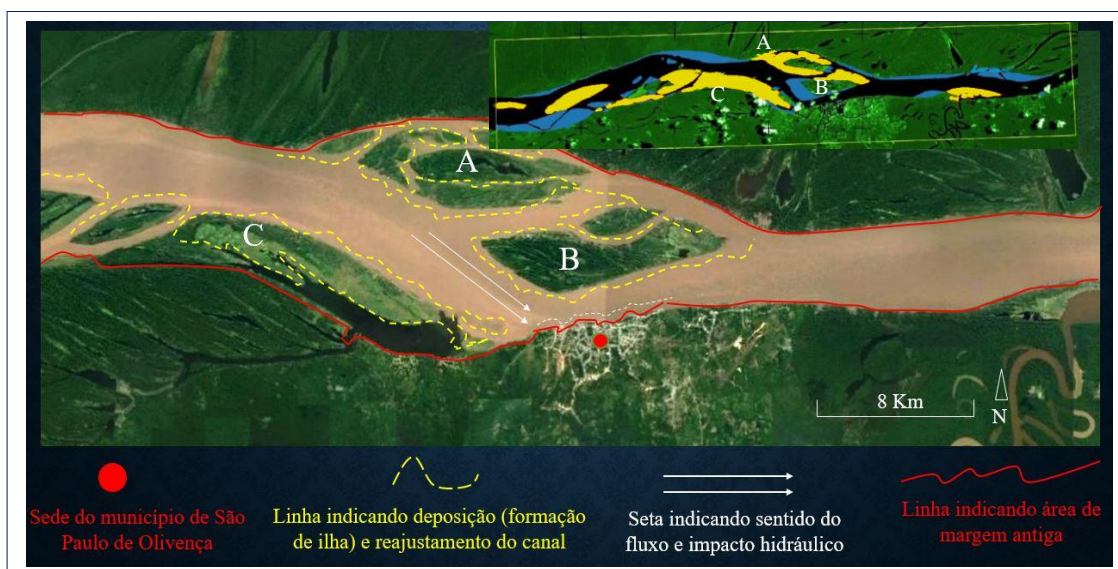
## 2.1. Pressão hidrodinâmica e consequência

Afins de introdução sobre a hidrodinâmica, este é o ramo da ciência que estuda o movimento de fluidos, que incluem os líquidos e os gases, a hidrodinâmica considera conceitos como força, velocidade e aceleração, que são variáveis que atuam sob os líquidos em movimento, conceitos que se inserem dentro do contexto em que ocorre a gênese do processo erosivo das terras caídas em determinadas ocasiões, exemplo disso temos a Zona portuária de São Paulo de Olivença AM.

Conforme Silva (2021), com base em imagens de satélite há o registro de como vem ocorrendo o processo de delineamento nas ilhas localizadas em frente à orla da cidade de São Paulo de Olivença, ente os anos 1984 até 2009, o fluxo do canal principal se bifurcava em várias ramificações, distribuindo água e com ela a energia que promove esses delineamentos.

Com o reajustamento do canal a direção do fluxo é modificada, em consideração ao fluxo que se concentra diretamente em frente a cidade, é exposta desta maneira a pressão hidrodinâmica como um fator incidente na gênese do processo das terras caídas, na FIGURA 50 podemos entender o fluxo concentrando decorrente da compressão do canal.

Figura 50: Reajustamento de canal na cidade de Paulo de Olivença-AM.

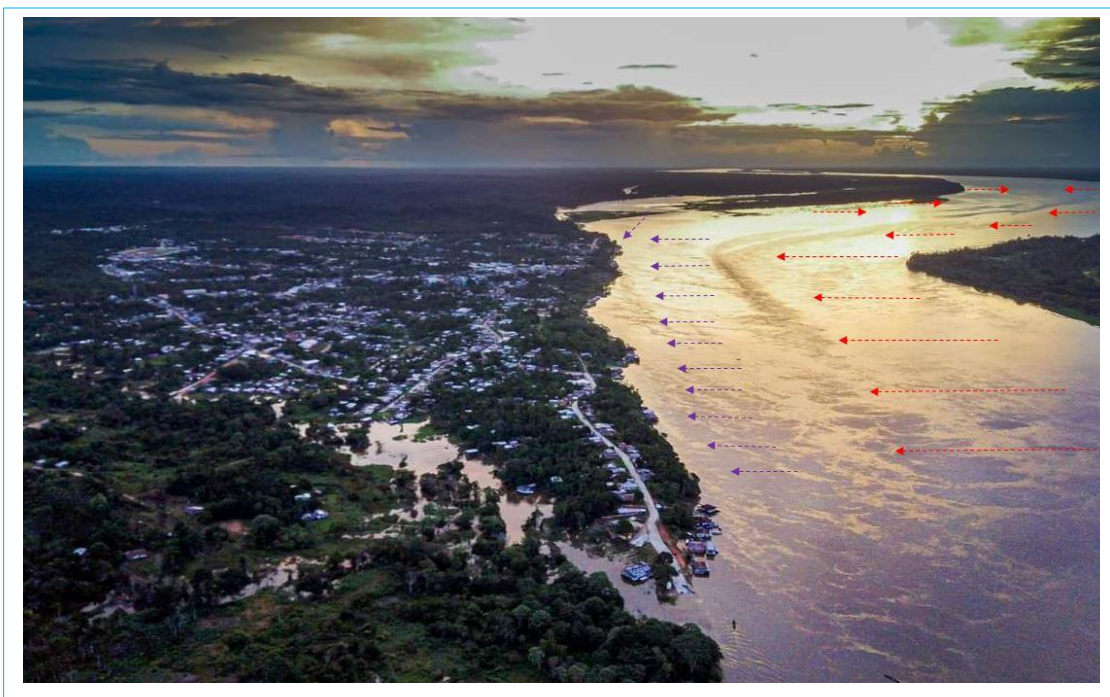


Fonte: Google Earth, INPE; 2019, (Org.) Fabiam Gomes, 2023.

Na figura posta, podemos inferir que antes do processo de deposição nos locais denotados na imagem, a distribuição do fluxo era feita com maior ramificação dentre as ilhas presentes no canal que banha a cidade.

Contudo com o acréscimo de sedimentos e conseqüente assoreamento nos intracanaís da margem esquerda ponto (A e B), e crescente expansão da ilha na margem direita ponto (C), a compressão do canal foi evidente, assim concentrando o fluxo e energia diretamente para zona portuária da cidade, como se pode observar o fluxo e sua direção na FIGURA 51.

Figura 51: Fluxo em frente a cidade de São Paulo de Olivença-AM.



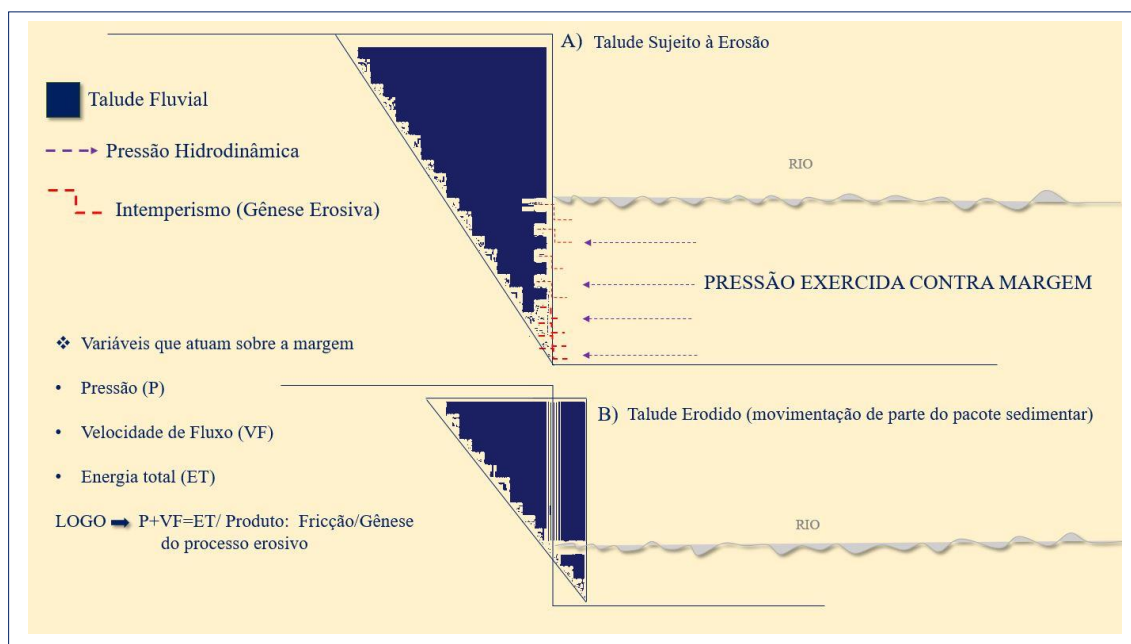
Fonte: Fabiam Gomes, adaptado de Bruce Kevin, 12/04/2023.

Pela imagem aérea é possível observar nitidamente a direção do fluxo, o qual faz pressão sobre a zona portuária, isso acontece pelo fato de a montante está ocorrendo processo de deposição e conseqüente reajustamento do canal, logo, como já citado, enquanto em determinada área possa haver processo de deposição ou erosão, em outro lugar a jusante ocorrerá o inverso ver FIGURA 6, capítulo I.

No caso do canal que banha São Paulo de Olivença, a montante, na margem esquerda acontece processo de deposição com margem convexa, e conseqüentemente na margem oposta, sendo côncava em frente da cidade ocorre o processo de erosão “terras caídas”.

De acordo com Stevaux (2010) uma vez que o fluxo de água e o suprimento de sedimento mudam com o tempo, os canais aluviais estarão continuamente ajustando sua forma por meio de processos erosivos e deposicionais, na FIGURA 52 temos as variáveis da dinâmica de margem.

Figura 52: Ação dinâmica sobre taludes fluviais.



Fonte: Elaboração, Fabiam Gomes, 2023.

A água é fator pertinente na dinâmica no canal, a carga em suspensão ou de fundo contida em seu fluxo age de maneira a promover o intemperismo físico na base dos taludes fluviais, vide FIGURA 52. Em mesma linha de pensamento, sobre o direcionamento do fluxo, existem elementos que atuam com fatores controladores, onde a soma das variáveis ( $P+VF=ET$ ), e como produto temos a gênese dos processos erosivos, como é o caso das terras caídas.

Nesse contexto, Carvalho (2006) ressalta que:

No rio Amazonas, os principais fatores que atuam dentro do canal e que se aponta como os principais responsáveis pela erosão lateral acelerada é a grande **energia contida em seu descomunal volume de água**, associado às “**macroturbulências**” com que os fluxos se deslocam dentro do canal e o peso que esse volume de água exerce dentro do mesmo (CARVALHO, 2006, p. 68, grifo do autor).

Stevaux (2010) argumenta que o canal, para otimizar a energia utilizada para o escoamento da água e do material transportado, ele depende de: suas “dimensões”,

sendo a largura e profundidade, “padrão” sendo o arranjo real dos canais, das características do fluxo “magnitude, velocidade e regime”. Na FIGURA 53 podemos

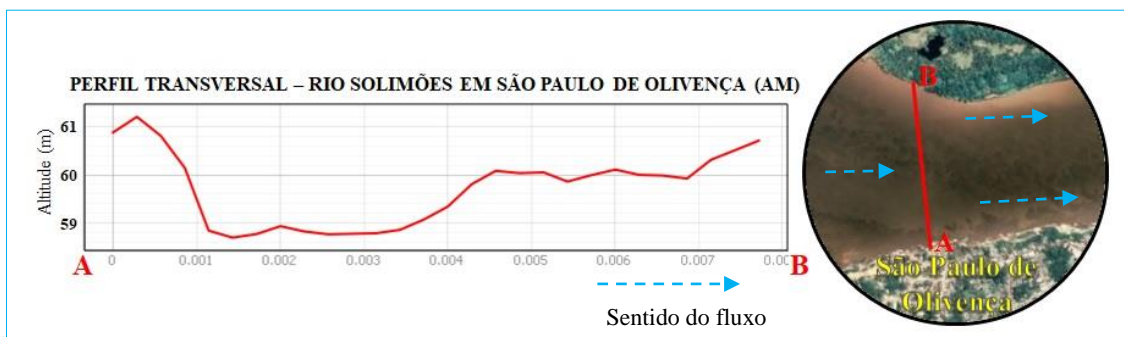
Figura 53: Terras caídas e implicação portuária em São Paulo de Olivença-AM.



Fonte: Fabiam Gomes, 19/10/2020.

O perímetro onde o fluxo é concentrado, este é considerado o ponto mais profundo (talvegue), obtendo profundidade considerável dentre outras partes do canal, com a concentração do fluxo neste local a tendência é a escavação e aprofundamento, apresentando uma variação de profundidade no perfil longitudinal. Observar a FIGURA 54 onde é mostrado o perfil transversal indicando relevo do canal em frente a cidade.

Figura 54: Perfil Transversal em frente a cidade de São Paulo de Olivença-AM.



Fonte: Fabiam Gomes e Barbosa, 2023, elaborado no Plugin Profile tool (Qgis).

Do ponto (A) margem direita ao ponto (B) margem esquerda do canal, é apresentada uma largura aproximada de 1,1 km, junto a isso é possível observar que o talvegue se deflagra longitudinalmente nas proximidades de toda zona portuária, o modelo na FIGURA 53 indica que o ponto mais profundo se apresenta com 59 m.

Todavia a velocidade de fluxo das águas desempenha um papel importante no processo de erosão desta margem, portanto deflagrando o processo erosivo das terras caídas e implicações diretas ou ineditamente na zona portuária de São Paulo de Olivença, conforme Freitas (2020) este processo:

[...] de erosão lateral atuante na frente da cidade de São Paulo de Olivença ocorre de maneira complexa e envolve uma conjunção de fatores como pressão **hidrodinâmica**, condições climáticas, geometria do canal, composição granulométrica, localização da cidade em margem côncava e a questão do uso do solo urbano e políticas públicas (FREITAS, 2020, p. 95, grifo do autor).

Na extensão que compreende a frente da cidade de São Paulo de Olivença, ocasionalmente ocorre a pressão hidráulica contra a margem, incidindo o processo erosivo, no entanto, como proposto na FIGURA 48, p. 106 existe a hipótese de combinação de dois fatores que possam exercer influência na deflagração do evento das terras caídas em proporção diferenciada em comparação a outros lugares.

Um dos fatores é a pressão hidrodinâmica já apresentada, e o outro fator pode ser a neotectônica com as linhas de fraquezas, que será apresentada e argumentada junto a sua possível influencia no processo erosivo em questão.

## 2.2. Neotectônica e linhas de fraqueza

Seguindo o entendimento de Igreja, Carvalho e Franzinelli (2010), é explanado que a energia das correntes erosivas contra as margens, inclusive nas juntas e fraturas, aliadas aos componentes precedentes, pode provocar o colapso, gerando desabamento, desmoronamento e deslizamentos (terras caídas).

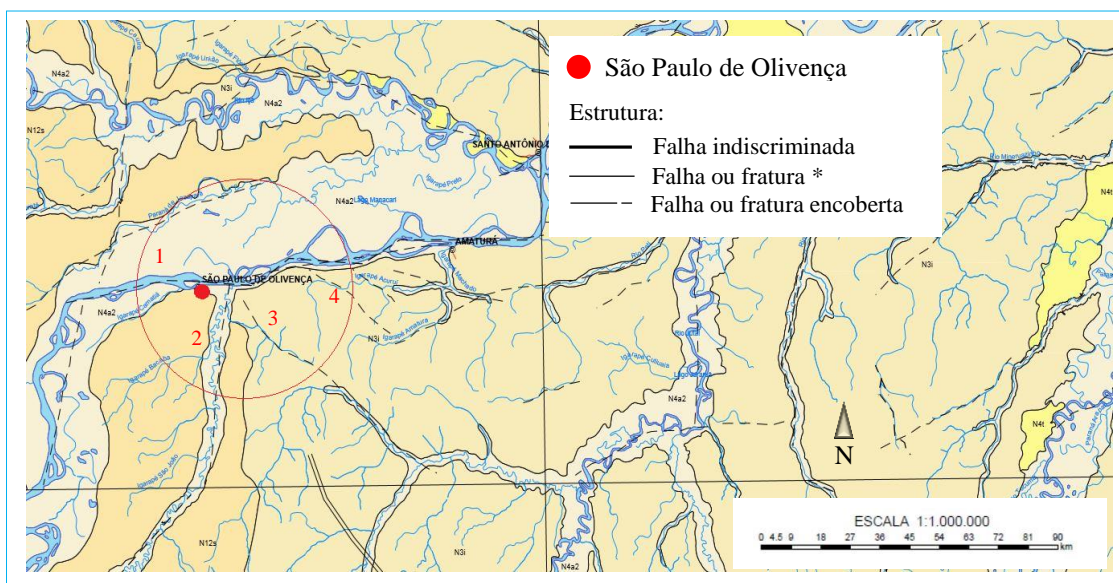
[...] terras caídas relacionadas **aos movimentos sísmicos**, mais devido à falta de aparelhos detectores (e monitoramento constante), atualmente não é possível se avaliar com acuidade a importância dos fatores neotectônicos na formação dos escorregamentos. Mais a **geração das terras caídas de modo inverso, ou seja, debaixo para cima, a partir de juntas e/ou falhas**, com ou sem voçorocas, depois seguindo otimização pelas águas/correntes



superficiais, não podem ser desconsideradas, principalmente ao longo dos grandes lineamentos amazônicos, sobretudo nos cruzamentos dos lineamentos (nós) tectônicos, zonas de sismogênicas principais (IGREJA, CARVALHO e FRANZINELLI 2010, p. 138, grifo do autor).

Desta forma a hipótese de combinação de fatores proposto na FIGURA 48 p. 106 toma embasamento oportuno, seguindo o pensamento citado, a erosão (de dentro para fora) se caracteriza por mobilizar faixas de terras em extensões notáveis, diante dessa observação as terras caídas ocorrentes em São Paulo de Olivença (em dimensões notáveis) se encaixam nessa concepção, uma vez que, sobretudo o município em questão situa-se sobre linhas de falhas ou fraturas, vide a FIGURA 55.

Figura: 55: Denotação de falha/fratura.



Fonte: Recorte (Org.) de mapa geológico do Amazonas, legenda adaptada, 2023.

No território que compõe município, e também próximo da sede municipal, é possível perceber lineamentos de falha/fratura, um seguindo o perfil longitudinal do rio Solimões, e os outros três em áreas centrais “círculo vermelho”. Ao se observar essas anomalias, podemos presumir que grande parte deste território no embasamento da formação Solimões coberto por formação Içá, pode sofrer com abalos associados a neotectônica.

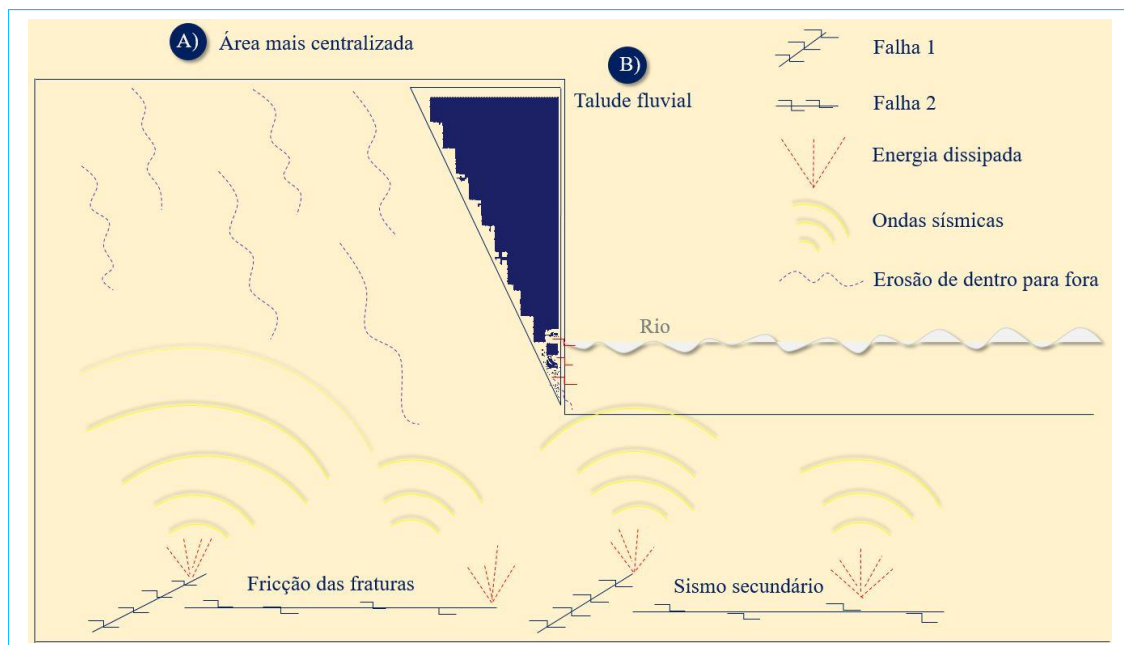
Um ponto a ser considerado sobre a influência das falhas é a energia dissipada pelos sismos é que tremores ocorrem quase que diariamente, no entanto estes são imperceptíveis por pessoas, contudo com a frequência de ocorrência podem ocasionar danos às estruturas já debilitadas.

Em contexto ao Brasil, Preve D’Espindula e Valdati (2017) trazem a importância de lembrar que o país não conta com um histórico de eventos de elevada magnitude, bem como o desconhecimento da população para com a sismicidade, o que potencializa os danos e possibilita a geração de desastres durante e após a ocorrência de sismos de magnitude moderada.

Tratando este assunto com delimitação regional, no estado do Amazonas, no dia 26 de maio de 2019 foi sentido abalos repentinos ligados a um terremoto que de acordo com o Serviço Geológico dos EUA, (United States Geological Survey USGS) correu em “profundidade intermediária”, tendo entre 110 e 140 km que atingiu o norte do Peru, um fato notável em sua deflagração é que o tremor foi sentido em todo Alto Solimões-AM.

Os sismos que incidem com moderada e/ou alta magnitude, provocam atrito nas fraturas localizadas em determinados lugares, e conseqüente influi na intensidade do abalo que opera nos possíveis danos e perdas materiais. A neotectônica pode condicionar a reativação de falhas/fraturas produzindo abalos e intensidade que podem intensificar o processo de erosão de dentro para fora em determinados lugares, este raciocínio podendo ser observado na representação gráfica da FIGURA 56.

Figura 56: Gênese erosiva de ação (dentro para fora).



Fonte: Elaboração, Fabiam Gomes, 2023.

Embora se possa qualificar como nível baixo alguns sismos na região amazônica, eles devem ser considerados como potencialmente danosos caso ocorra próximo a centros urbanos e obras de engenharia, pois intensidade e danos se ligam diretamente com lugares com índice de densidade populacional.

A figura denotada busca representar partes que possam ser atingidas pelas erosões que procedem do interior do solo influenciadas pelas ondas sísmicas provindas das fraturas ou/ e falhas que ocorrem sob o município de São Paulo de Olivença. Em parte, ligando essa concepção junto a informações contidas no mapa Geológico do estado do Amazonas, podemos ligar o terremoto como o corrido no Peru, ou de outros epicentros, à possível reativação momentânea das falhas/fraturas, e conseqüentemente com a energia dispersa, ter influência na incidência nas terras caídas.

Seguindo em mesma linha de pensamento, de acordo com Wicander (2009) este define o terremoto “como um abalo ou tremor causado pela liberação repentina de energia, normalmente como resultado da falha que envolve o deslocamento das rochas”.

Conforme já mencionado, após os tremores podem ocorrer diversos abalos secundários, em grande parte por vezes menor que o tremor principal, porém podendo ocasionar danos às estruturas suscetíveis. Em caráter informativo é pertinente reforçar que apesar de ocorrerem comumente nos limites de placas tectônicas, devido a energia gerada pelo movimento, os terremotos podem dissipar energia e reativar outras falhas/fraturas mais superficiais.

Por certo, de acordo com Igreja, Carvalho e Franzinelli (2010) a neotectônica exerce um fator importante na configuração da paisagem da Amazônia, é explanado em mesmo sentido que a maioria dos canais dos rios da Amazônia tem relação direta com as feições originadas por neotectônica, assim os autores vinculam a responsabilidade das terras caídas em grandes dimensões, sobre tudo ao longo do perfil longitudinal dos rios à neotectônica.

Sobre São Paulo de Olivença, a efeito de argumentar o surgimento de fendas e conseqüente erosão em áreas mais afastadas da margem, e com possível ligação da neotectônica, é ressaltado que “na praça São João situada na rua Prudente de Moraes (Bairro São João), local que fica aproximadamente 200 metros da margem do rio, no ano de 2016 se encontra em área de risco”, pois parte de sua estrutura sofria com

afundamento de solo, e até escorregamento, observar a FIGURA 57 exemplificando os fatos mencionados.

Figura 57: Ação erosiva na praça São João, cidade de São Paulo de Olivença-AM.



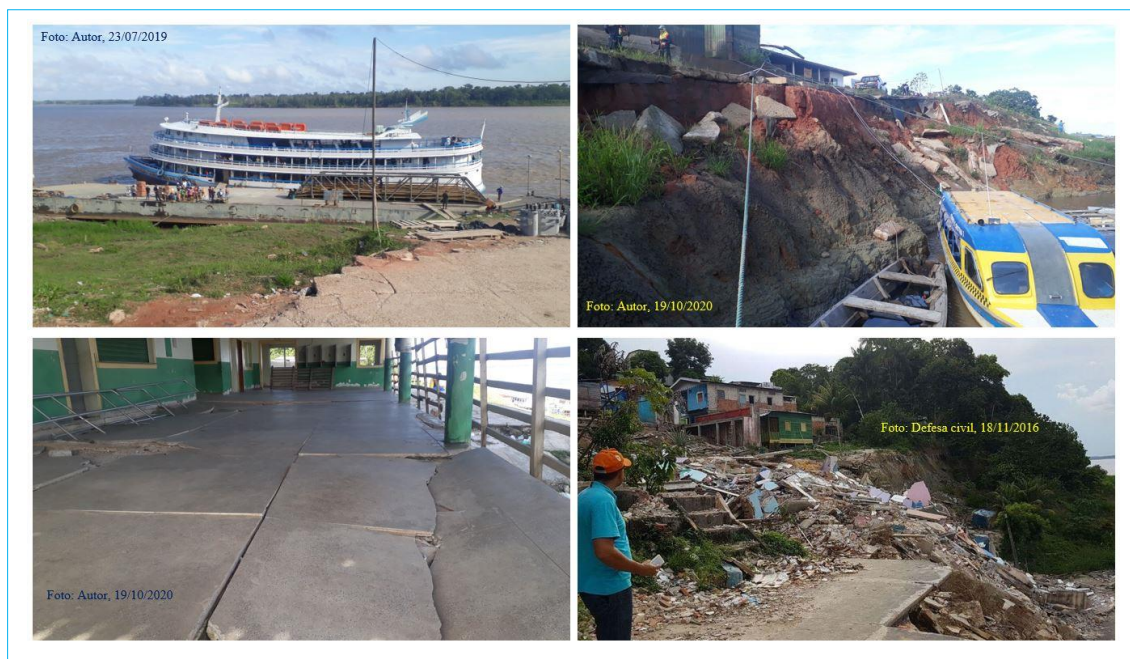
Fonte: Defesa civil do Amazonas, 2010.

Em visita em campo o ano de 2019, foi perceptível que em determinados lugares afastados da margem também existiam fendas com metragem notáveis, levando a entender que em um lugar afastado da margem e que o fluxo do rio não tem poder de ação, a forma mais coerente de pensar é que este processo pode estar associado a erosão vertical ou a “erosão de dentro para fora”, configurando não somente as terras caídas, mas também a tênue tipologia do solo ao movimento de massa condicionado pela neotectônica e linhas de fraquezas.

Com o respaldo de CPRM (2018) foi possível interligar estes fatores com o processo que ocorrem no município, pois é denotado que, com Relevo de colina, moderadamente inclinado, existe indícios de movimentos de massa lento “rastejo”, como observado na rua Daniel Rodrigues das Neves, e também em outros pontos ocorrem trincas e degraus de abatimento no asfalto, trincas e rachaduras em casas de palafitas ou de alvenaria.

Em consideração aos danos provocados, seguindo as características sobre a organização social na frente da cidade de São Paulo de Olivença, é mostrado que neste local são configurados diferentes espaços como: ruas, estabelecimentos comerciais, moradias, prédios públicos e outros, estruturas de engenharia sujeitas a implicações condicionadas pelas erosões existentes nestas áreas, ver a FIGURA 58.

Figura 58: Danos estruturais em decorrência das terras caídas.



Fonte: Fabiam Gomes, (Org.) 2023.

Os setores de risco baixo, alto e muito alto são perceptíveis nas imagens postas no mosaico que se exemplificou, nesse contexto, observa-se que determinadas partes da cidade sofreram e ainda podem sofrer consequências. As implicações de caráter social são evidentes diante dos problemas que tem relação com a erosão em toda zona portuária e áreas limites, contudo podem ser pensadas algumas alternativas para mitigar as implicações e consequências.

Marques (2022) reforça, ao falar que os relevos constituem os pisos sobre os quais se fixam as populações humanas e são desenvolvidas suas atividades, derivando daí valores econômicos e sociais que lhes são atribuídos, em função de suas características e dos processos que sobre elas atuam, oferecem, para as populações, tipos de níveis de benefícios ou riscos dos mais variados.

Sobre as áreas degradadas na zona portuária e arredores na cidade de São Paulo de Olivença, em caráter sugestivo, alguns órgãos competentes poderiam viabilizar a remoção de moradores ofertando novos assentamentos em outras áreas, isso para pessoas que tenham residências ou estabelecimentos comerciais no entorno dos setores em risco, e se, em concordância com os proprietários, demolir as moradias, estabelecimentos comerciais e promover nova utilidade à área para se evitar novas ocupações.

### 3. Processo de deposição de sedimento e implicações para Amaturá-AM.

Amaturá é um município brasileiro do interior do estado do Amazonas, pertencente à região do alto rio Solimões, localiza-se a margem direita a oeste de Manaus capital do estado, distante 907,70 km em linha reta de Manaus e 1,205 km por via fluvial, ocupando uma área de 4.758,821 km<sup>2</sup>, com uma população estimada em 11.934 habitantes (IBGE, 2022).

Dentro do perímetro urbano do município, mais precisamente na zona portuária, ocorre o processo de deposição de sedimentos, configurando o aparecimento e crescimento de uma barra arenosa (praia), feição que em época de vazante do rio Solimões condiciona um caos na logística portuária da cidade.

Havendo a vinculação do fenômeno de deposição de sedimentos com a desativação e modificação de atividades portuária, situação que tem influência negativa na economia da cidade, existindo uma complexidade tanto social quanto econômica. Na FIGURA 59 é apresentado o mapa do município e o núcleo urbano.

Figura 59: Município de Amaturá-AM.



Fonte: IBGE, Google Earth, (Org.) Fabiam Gomes, 2023.

Sobre aspectos fisiográficos de Amaturá, o município encontra-se sob o domínio do relevo dominado tabuleiros dissecados, assentado sobre a formação Içá, no contexto ao perímetro urbano, a zona portuária apresenta-se com baixa elevação sem a incidência de terraços fluviais, como ocorre na cidade de São Paulo de Olivença.

Acerca do processo de deposição, e os problemas acarretados, uma das questões mais discutidas por moradores locais é a dificuldade que é imposta perante o povo Amaturáense em época de vazante do rio Solimões, com o aparecimento e contínuo crescimento de uma praia em sua área portuária, o acesso à cidade por via fluvial é limitado, causando retardamento no processo logístico em relação a embarque e desembarque de cargas e passageiros no município, observar a FIGURA 60.

Figura 60: Zona portuária de Amaturá.



Fonte: Marinha do Brasil, 2019.

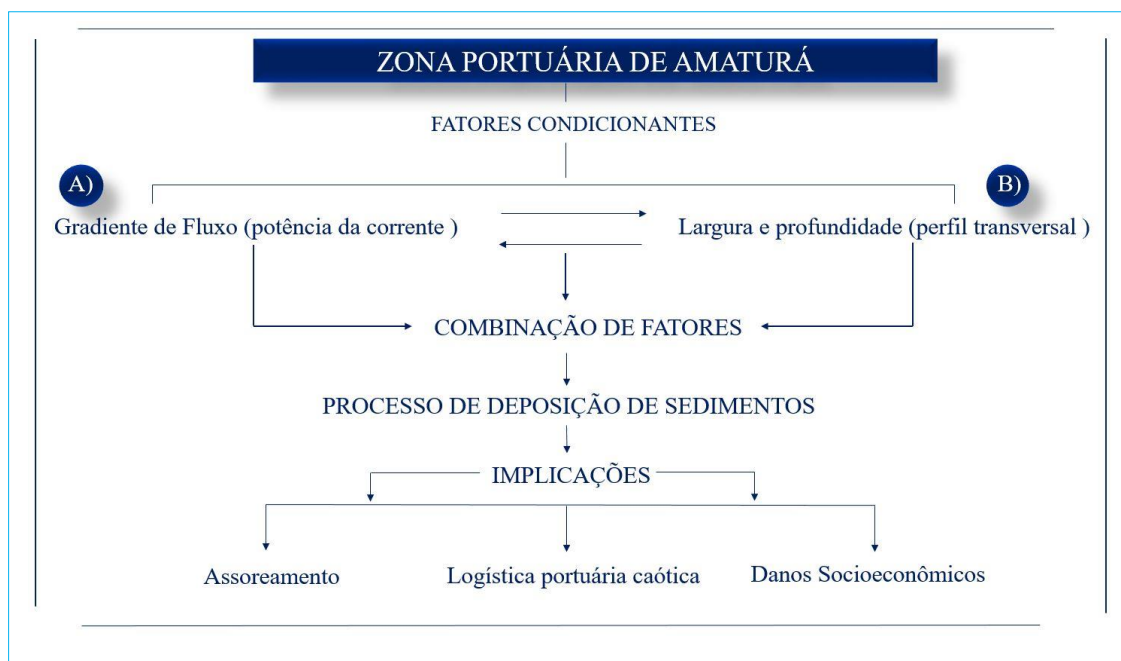
Durante a época de vazante neste porto é perceptível o isolamento que ocorre por conta desta praia em frente a cidade, como podemos ver na FIGURA 60, quase que toda a zona portuária fica inacessível, onde o “igarapé Machado” que banha este local torna-se uma de divisória entre a deposição e a área do porto, impedindo um total fechamento por conta da praia (barra arenosa), a profundidade no percurso que

compreende o igarapé varia entre um a três metros, permitindo apenas pequenos barcos e canoas a trafegar neste local.

Sobre a configuração dos diques marginais ou barras arenosas, Christofolleti (1980), diz que “eles são saliências alongadas composta por sedimentos, bordejando os canais fluviais” sobre os depósitos, eles diferenciam de ilhas por falta de vegetação onde também são denominados de praias fluviais, caso denotado na imagem anterior.

Por conta de o perímetro portuário da cidade situar-se na foz de um igarapé (igarapé Machado), esta deposição pode ser conceituada também como barra arenosa de desembocadura, onde esclarece Stevaux (2017), “que este processo de deposição compreende a acumulação que se forma pela entrada do fluxo de canal em outro, ou seja, uma barra de confluência ou barra de foz de distributário em corpo de água lântico, como mar, lago, reservatório”, ou até mesmo um igarapé como o ocorrente em Amaturá, na FIGURA 61 é denotado os fatores que condicionam este processo.

Figura 61: Condicionadores do processo de deposição e implicações.

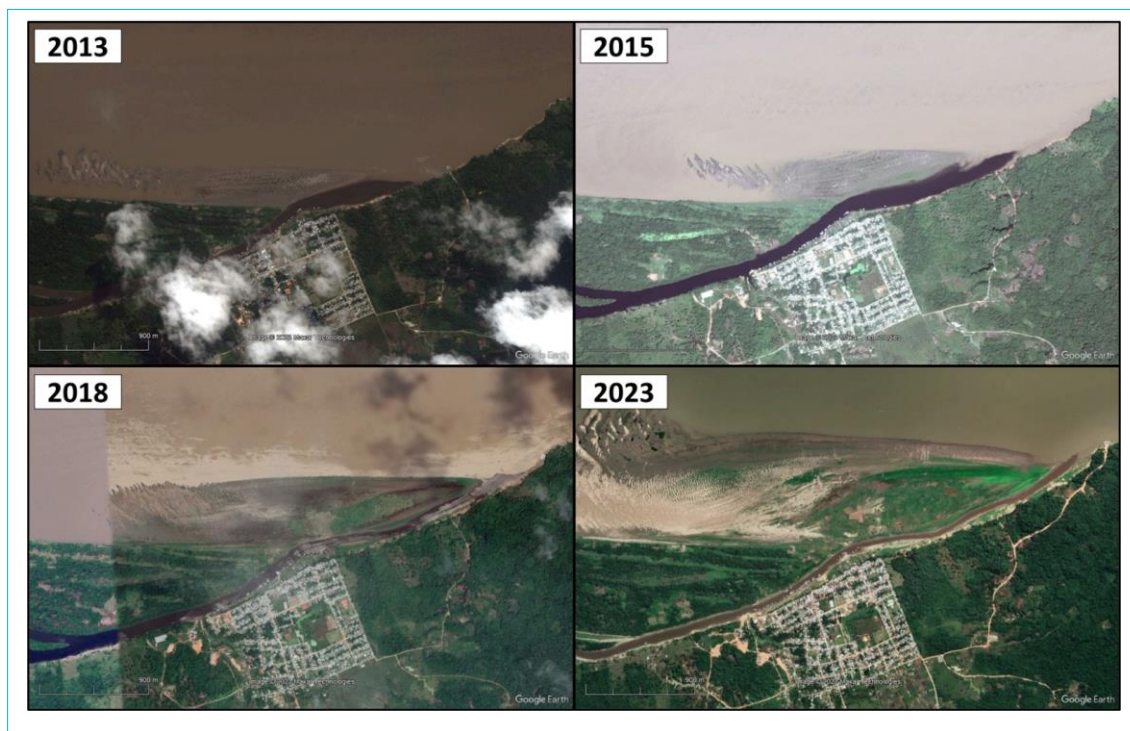


Fonte: Elaboração, Fabiam Gomes, 2023.

Aleixo (2006, p. 8), em contexto ao processo de deposição e formação de barra arenosa, caso que ocorre no dado local, ressalta que: “por conta do equilíbrio entre a capacidade de transporte e carga sólida e entre outros fatores é deflagrada a deposição de sedimentos”. Ver na FIGURA 62 a denotação dos aspectos fisiógrafos da barra arenosa em destaque.



Figura 62: Linha temporal da evolução do processo deposicional na frente da cidade.



Fonte: Google Earth, (Org.), Fabiam Gomes, 2023.

A imagem ao ser analisada, é verificado que no ano de 2013 quase não havia barras de depósito sedimentar no trecho em destaque, em de 2015 observa-se o crescimento da área de deposição no sentido jusante a nordeste da cidade, em 2018, no tocante de sua evolução é perceptível o aparecimento de vegetação na área inicial de deposição, fato que serviu como obstáculo ocasionando maior acúmulo de sedimentos aumentando a praia em sentido montante, provocando um soldamento com a formação anterior. No ano de 2023 é perceptível o aumento significativo da praia em direção noroeste, sendo visível novas áreas de deposição. Sobre sua área de acréscimo, observar a (Tabela 4).

Tabela 4: Aumento da praia no decorrer dos anos.

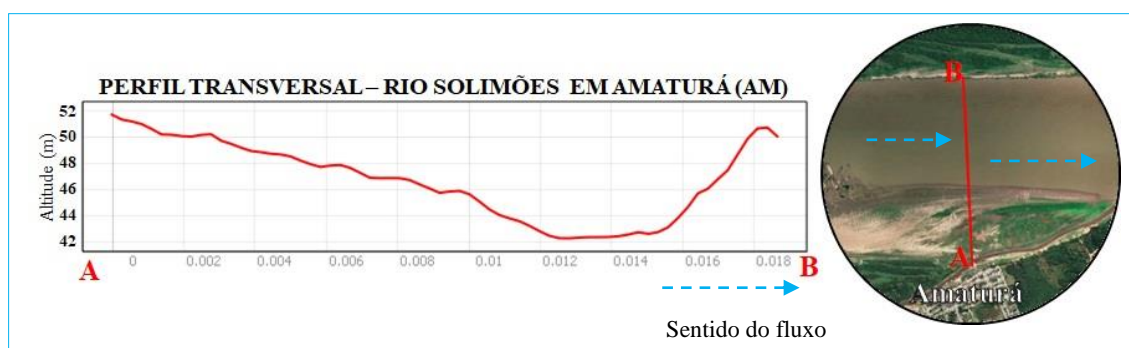
<b>PROCESSO DE DEPOSIÇÃO NA LINHA TEMPORAL</b>		
Ano	M <sup>2</sup>	Km <sup>2</sup>
2013	354.677	0,35
2015	611.406	0,61
2018	1.364.701	1,36
2023	4.024.311	4.02

Fonte: Fabiam Gomes, 2023. Nota: áreas mensuradas com uso do Google Earth.

A barra arenosa em frente a cidade de Amaturá cresce periodicamente, tendo aumentado seu tamanho entre os anos de 2013 a 2023 em aproximadamente 2 km<sup>2</sup>, totalizando na atualidade uma área total de 4 km<sup>2</sup>.

No tocante de suas características, essa praia pode ser considerada um depósito de canal com sub característica que aponta ser um depósito de canal intermitente em desembocadura, a sua permanência na dita área é notável na escala de tempo, isso entorno de sua gênese, período como já denotado, de 2013 a 2023. E ao se observar o perfil transversal desta área, é apontado uma das possíveis condições para a deflagração deste processo e deposição, vide a FIGURA 63.

Figura 63: Perfil transversal em frete a cidade de Amaturá.

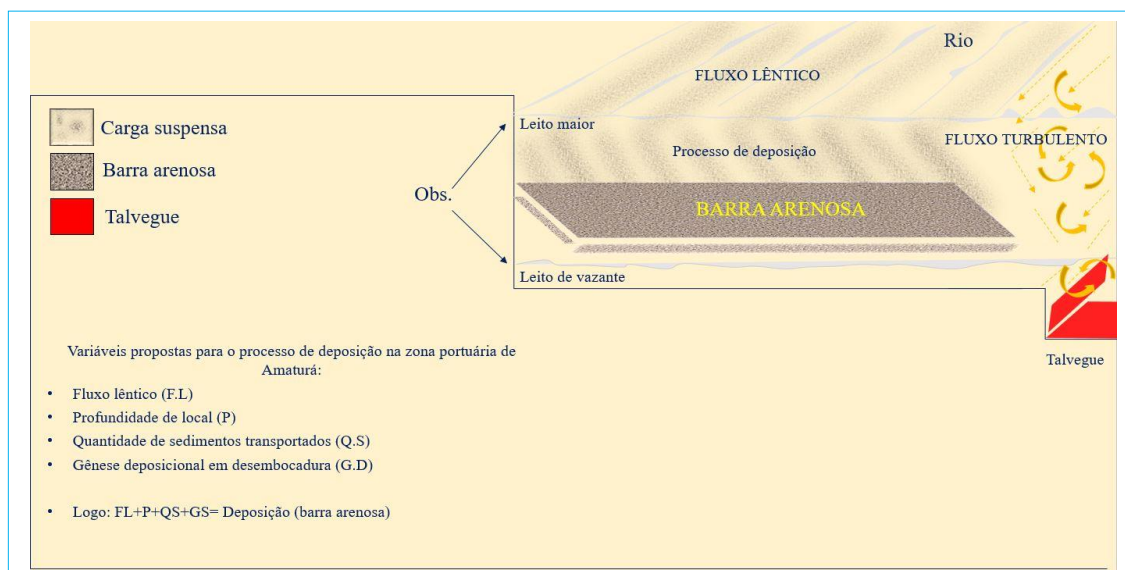


Fonte: Fabiam Gomes e Barbosa, 2023, elaborado no Plugin Profile tool (Qgis).

Como sabemos, o talvegue é formado sempre onde o fluxo é concentrado, escavando o leito e muitas vezes também próximos lineamentos de falhas. Sobre o perfil transversal na área que abrange a frente da cidade, é perceptível um relevo com inclinação suave, ocorrendo na margem direita onde se localiza o município, ponto (A), e o talvegue ocorrendo próximo ao ponto (B) margem esquerda.

Desta forma, pode ser ponderado que nas proximidades do ponto (A) com a porção mais rasa do rio, o fluxo é lântico dando a possibilidade de a carga suspensa e dissolvida possam ser depositados neste local, configurando a barra arenosa que implica com intensidade notável na época de vazante do rio Solimões, na FIGURA 64 é denotado aos aspectos de ocorrência do processo de deposição.

Figura 64: Características de ocorrência do processo de deposição.



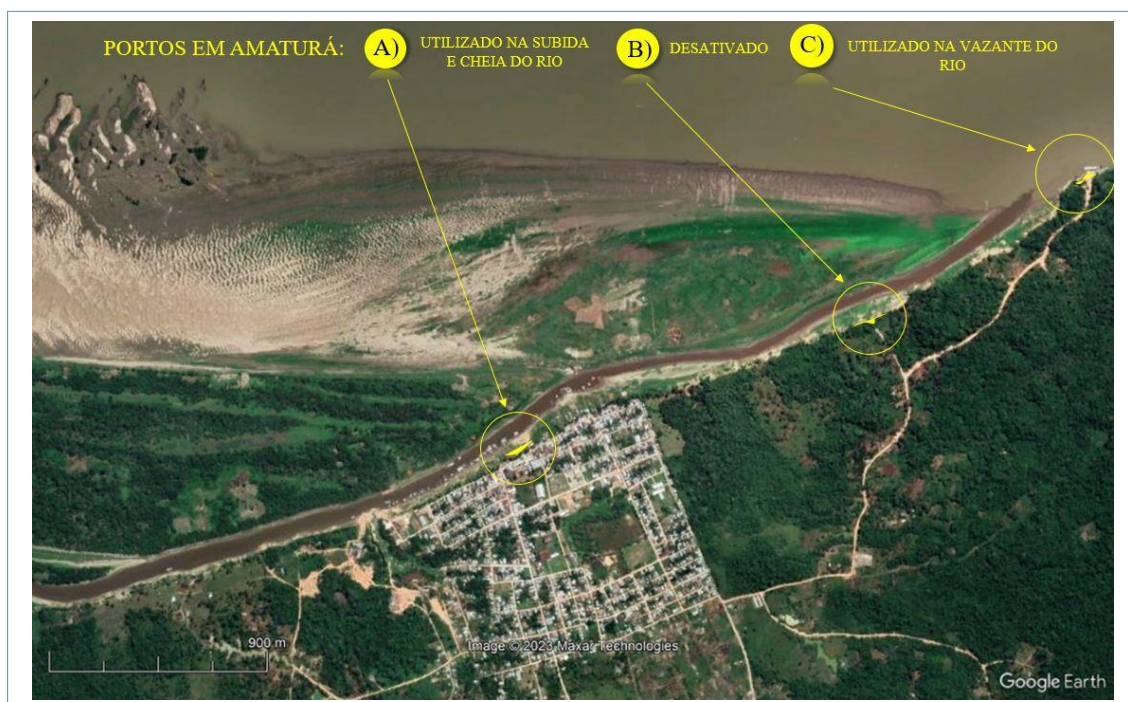
Fonte: Elaboração, Fabiam Gomes, 2023.

Em consideração ao material a ser depositado, Novo (2008) expõe que a carga em suspensão consiste de partículas sólidas orgânicas e inorgânicas. As partículas inorgânicas em suspensão geralmente são formadas por siltes e argilas, cuja dimensão e peso permitem que sejam mantidos suspensos pela turbulência e pelos vórtices. Partículas de areia também podem ser mantidas em suspensão por correntes fortes, por pequenos períodos de tempo

Por certo, sobre o modo de pensar, é possível inferir que ao longo do curso fluvial, com uma velocidade baixa é constituindo o fluxo calmo, não tendo energia suficiente para existir erosão, assim a energia contida no transporte dos sedimentos é diminuta havendo deslocamento de apenas partículas finas, característica propicia ao processo de deposição de partículas maiores (grãos de areia).

Se referindo à maneira de reaprender como se portar diante de condições sobrepostas pela natureza, nada mais simples que observar, analisar e se adaptar perante às mudanças que afetam o modo de vida, assim sendo na FIGURA 65 é mostrado a adaptação feita para suprir as necessidades logísticas portuárias na época vazante do rio Solimões em Amaturá-AM.

Figura 65: Adaptação da logística portuária em Amaturá-AM.



Fonte: Google Earth, (Org.) Fabiam Gomes , 2023.

Inegavelmente é evidente as implicações em Amaturá, com o nível do rio baixo na época de vazante, as embarcações que chegam a cidade de Amaturá tendem a ficar muito distante do porto principal, isso implicando no embarque e desembarque de carga e passageiros por causa da barra arenosa ocorrente, no ponto (A), é o porto principal o qual é utilizado apenas nas épocas de subida e cheia do rio Solimões, o ponto (B) era utilizado como alternativa na época de entre os anos de 2013 e 2015, daí em diante essa alternativa teve que ser posta em local mais a jusante devido ao crescimento da praia ponto (C), ano de 2023.

Se voltando à problemática acarretada, o conceito da expressão problema socioeconômico tem em si o seu sentido literal ao ser utilizada para denotar as condições impostas pelo processo de deposição que ocorre nesta localidade, pois, nos meses de julho a outubro a vazante atinge pico baixo das águas no trecho que comporta a cidade de Amaturá.

Problema que culmina na busca por alternativas para com o fluxo de cargas e passageiros, com o acesso limitado ao porto principal a descarga de mercadoria e pessoas é realizada com uma distância considerável, evidenciando o inconveniente de âmbito socioeconômico.

Inconveniente socioeconômico que se caracteriza por condicionar um custo adicional para que produtos e pessoas possam chegar literalmente em seu destino final, atualmente o porto utilizado na vazante do rio é o local com uma distância aproximada em 3Km do porto principal, notar na FIGURA 66 o local alternativo e seu processo logístico.

Figura 66: Características do porto alternativo, e processos logísticos.



Fonte: Fabiam Gomes, todas as imagens usadas no mosaico são datadas de 27/01/2022.

Antes de tudo é posta uma observação que retrata o terminal flutuante de codinome Filomeno Felix, imagem (1), este terminal flutuante é deslocado para o porto principal conforme a subida e descida das águas, dando suporte as pessoas e suas necessidades.

No canto superior direito temos a imagem (2), onde podemos observar a descarga de materiais de diversos seguimentos, na imagem que se situa no canto inferior esquerdo temos um dos meios de transporte de carga “Carrocinha”, com custo do frete entre 30 e 50 R\$, o trajeto feito por este modal de transporte de carga leva cerca de 10 a

15 minutos, em períodos chuvosos este percurso fica mais demorado e mais complicado, pois com a precipitação a estrada se transforma em uma estrada de lama, fazendo o trajeto ter um tempo de percurso entre 20 a 30 minutos em média.

Outro modal utilizado são as canoas, sendo denotado no canto inferior direito na imagem (4), este meio de transporte movido a motor é conhecido regionalmente como motor rabeta. O tempo de percurso até seu destino é menor em consideração ao transporte terrestre mostrado, pois seu trajeto é em linha reta, e os preços do frete seguem o mesmo padrão monetário cobrado pelo modal “carrocinha”, ficando a escolha a quesito do contratante.

### 3.1. Implicações socioeconômicas

Assim como as pessoas, todas as mercadorias fretadas nos barcos também têm que chegar ao porto principal ou destino final, e ao realizar estas ações em prol do abastecimento, é necessário o desembolso de mais recursos monetários, além dos pagos aos donos de embarcações, resultando este gasto a mais pelos comerciantes locais, em considerável aumento nos preços de mercadorias de diversos gêneros que são comercializados na cidade.

Se delimitando ao Amazonas e sua rede hidroviária é de suma importância expor que:

Fatores como a forte **sazonalidade** do rio e sua influência no custo médio da CBR [cesta básica regionalizada], nas cidades do rio Solimões e sua ainda intrincada estrutura de abastecimento [...] existe ainda a diferença de escala entre as metrópoles e as cidades pequenas, que são maioria neste país, e cada lugar precisa se adaptar a sua CBR (MORAES *et al.*, 2016, p.15, grifo do autor).

Os donos de embarcações chegam a entender a sazonalidade como fator que diminui e aumenta a distância hidroviária no Amazonas, condicionando gasto a menos ou mais de combustíveis e outrem que influem economicamente na viagem, podendo desta forma obter uma tabela de cobrança adequada as necessidades logísticas de comerciantes que residem no interior.

Como já denotado, além da taxa paga a partir da distância percorrida, ainda existe o fator praia que encarece ainda mais os produtos, encarecimento este resultante da mão de obra extra paga por comerciantes locais ao terceirizarem o desembarque e transporte de seus produtos por decorrência do problema com a deposição deflagrada na

frente da cidade, observar a FIGURA 67 junto a distância do porto alternativo ao porto principal.

Figura 67: Percurso feito por embarcações pequenas até o porto principal.



Fonte: Fabiam Gomes, adaptado de Marinha do Brasil, 2019.

É demonstrado na figura com a seta pontilhada o percurso feito no Igarapé Machado, trajeto este que contem a distância percorrida de aproximadamente 2,5 Km do ponto de atracagem (porto alternativo) dos barcos até o terminal portuário principal.

Sob a perspectiva de sustentar a temática e seus problemas ocasionados, foi realizada breve pesquisa com três moradores locais; o Sr. João Paulo Rabelo Pessoa, que manifestou insatisfação com os preços dos produtos na cidade nos meses que sucedem à seca, segundo o morador este “é o fator que influi na economia da cidade afirmando por experiência própria, pois, já foi comerciante no município”.

[...] os pequenos empresários pagam o frete do barco, isso já é um gasto alto, e com a praia impedindo o fluxo de embarcações de grande porte na zona portuária da cidade, isso faz com que os comerciantes tenham um gasto a mais pagando catraieiros “pessoas que transportam mercadorias e pessoas em canoas”, para levar suas mercadorias até o porto, e com isso eles acabam repassando esse gasto a mais nos produtos, afirma o morador (PESSOA, MORADOR ENTREVISTADO EM CAMPO, 2019).

A residente Rosane Franco Silva comenta que:

[...] o preço dos produtos em seu município é muito alto em comparação a outros lugares, inclusive foi salientado por alguns moradores da zona rural que muitas das vezes por estar próximo a Santo Antônio do Içá, município que se localiza a 42, 6 km em linha reta a jusante de Amaturá, estas pessoas se deslocam para receber os seus benefícios do governo neste município vizinho, e realizam suas compras no mesmo local por estes artigos serem mais baratos (SILVA, MORADORA ENTREVISTADA EM CAMPO, 2019).

Em condição social que atinge pessoas que não são comerciantes, foi ouvido à moradora Luenilza Moraes Rubem, que relatou:

[...] ao viajar de outro município para o seu, existe uma dificuldade de chegar ao seu destino final, isso por não ter acesso direto ao porto, ressaltando que isso acontece por causa da praia que impede o fluxo dos recreios “barcos que fazem o transporte de pessoas pelos rios do Amazonas” (RUBEM, MORADORA ENTREVISTADA EM CAMPO, 2019).

Dessa forma os moradores e outrem que tenham afazeres no município, acabam ficando à mercê dos catraieiros (pessoas que transportam cargas e passageiros em canoas) que cobram preços que variam de R\$ 5,00 a R\$ 10 reais para fazer o transporte de cada passageiro até seu destino final.

Ao se pôr em posição teórica sobre o contexto da dinâmica fluvial na cidade de Amaturá, é inferido que a influência do processo de deposição afeta os cidadãos em escalas diferenciadas, atingindo simples moradores como também comerciantes locais, sendo observado um aumento do custo das mercadorias durante o período de vazante.

Nas mercadorias da alimentação básica como açúcar, arroz entre outros, que geralmente em outros meses tem o custo de 4 ou 5 reais, no tempo da vazante e seca o acréscimo que é feito varia de 1.50 a 3 reais acima do valor normal dos alimentos, um bom exemplo disso é o frango comprado por caixa, que segundo informções coletadas em campo, no período normal custava 190 reais e em época de vazante chegou a custar 260 reais, sendo perceptível que existe a influência na economia local.

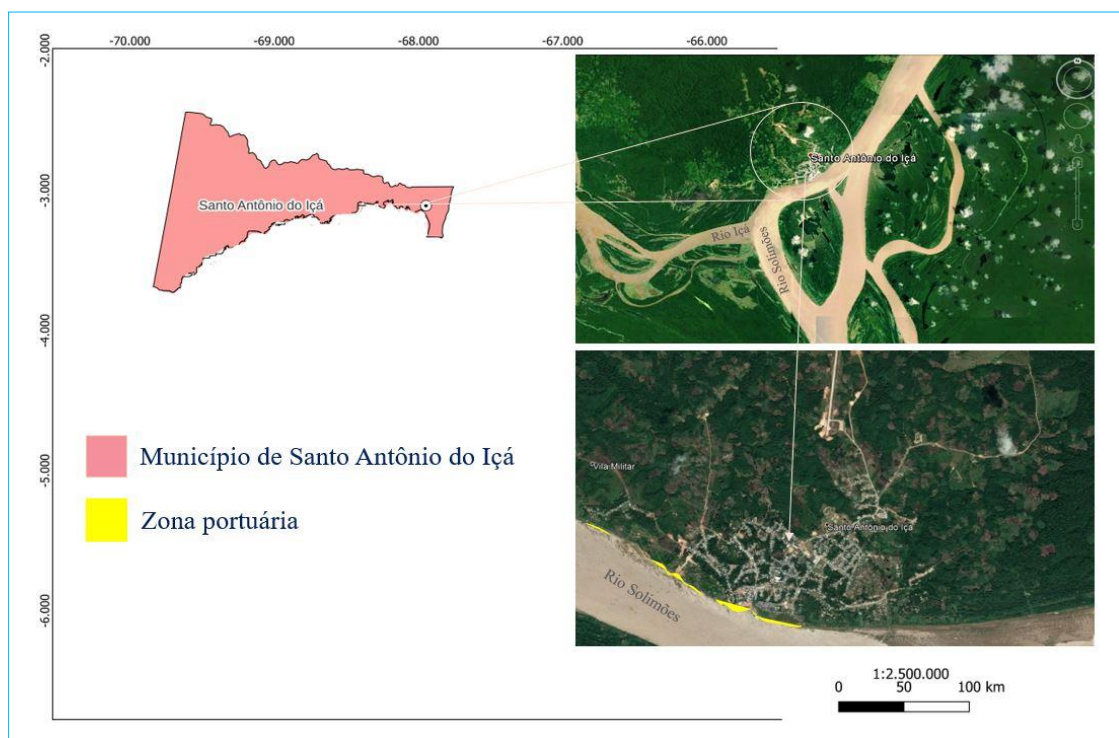


#### 4. Processo e Implicações para zona portuária de Santo Antônio do Içá-AM.

Santo Antônio do Içá é um município que assim como os outros dois já denodados, pertence a calha do alto rio Solimões, ele situa-se a margem esquerda do rio Solimões, distante a 880,9 quilômetros de Manaus capital do estado, sua área total abrangendo 12.366 km<sup>2</sup>, com população estimada em 23.378 habitantes (IBGE, 2022).

O relevo do município se caracteriza na sua maior parte como tabuleiro de terra firme da Amazônia Centro-Occidental, a extremo oeste tem uma área notável com o domínio Colinoso da Amazônia ocidental, vide a FIGURA 24, capítulo II, contendo ainda em seus limites marginais a existência de notáveis terraços fluviais, a sede municipal localiza-se na confluência entre o rio Solimões e o rio Içá, observar na FIGURA 68.

Figura 68: Município de Santo Antônio do Içá -AM.



Fonte: IBGE, Google Earth, (Org.) Fabiam Gomes, 2023.

Gomes (2017), objetivou analisar e apresentar o processo e implicações que causavam problemas enfrentados há pelo menos 15 anos na cidade de Santo Antônio do Içá AM, problemas que dizem respeito à logística portuária e execução de obras. Diante disso, com intuito de uma atualização sobre estes problemas, será mostrado que as questões em relação aos processos erosivos ainda veem se arrastando no contexto atual devido à influência da morfogênese fluvial, e outros fatores que serão apresentados.

No ano de 2015 a sede do município de Santo Antônio de Içá passou por um episódio erosivo com intensidade alta, e isso causou transtornos para a população que moravam nas áreas em risco, problema que abrangeu também toda área portuária, e, por conseguinte trazendo novas análises sobre as preocupações já relatadas, mostrando a realidade caótica que esta zona portuária tem junto aos processos fluviais/geológicos e suas implicações.

Sobre a erosão de 2015, após o ocorrido, começaram novas obras para a reconstrução da área que abrange o porto da cidade, a erosão que atingiu este lugar acarretou bastante problema, e com intuito de amenizar as problemáticas, no ano de 2017 teve início a obra que consistiu em oferecer uma nova base estrutural portuária, no entanto, atualmente ela já sofre com novas alterações estruturais, na FIGURA 69 é mostrado o evento de 2015 e o início das obras de recuperação em 2017.

Figura 69: Episódio erosivo de 2015, e revitalização a partir de 2017.



Fonte: Fabiam Gomes, (Org.), 2023.

Em suma, o processo erosivo na zona portuária da cidade de Santo Antônio do Içá, imagem (A e B), afetou diretamente todos os sistemas logísticos que ocorriam neste determinado local, através de análises, em contexto a mensuração do evento, ele mobilizou uma área com extensão aproximada de 3 km, trazendo problemas não somente a estruturas portuárias como também para moradores que tinham suas casas nas

proximidades. Nas imagens (C e D) são denotadas as atividades em prol da revitalização do porto.

A erosão de solo em si, é um fenômeno natural bastante estudado, contudo ele ainda é pouco compreendido, no entanto no que se refere a sua previsão, no espaço como no tempo, isso já pode ser feito por profissionais que possuem um conhecimento estritamente focado neste tipo de assunto.

Uma vez que, a dificuldade de sua previsão resulta das complexas interações entre diversos fatores e mecanismos, os quais atuam na mobilização desses solos, logo com um estudo e análise pertinente ao processo é possível conhecer os fatores que regem sua gênese. Em contexto ao que foi dito, na FIGURA 70 é mostrado um fluxograma com possíveis fatores que possam atuar no caos na zona portuária de Santo Antônio do Içá-AM.

Figura 70: Condicionadores do caos portuário.



Fonte: Elaboração, Fabiam Gomes, 2023.

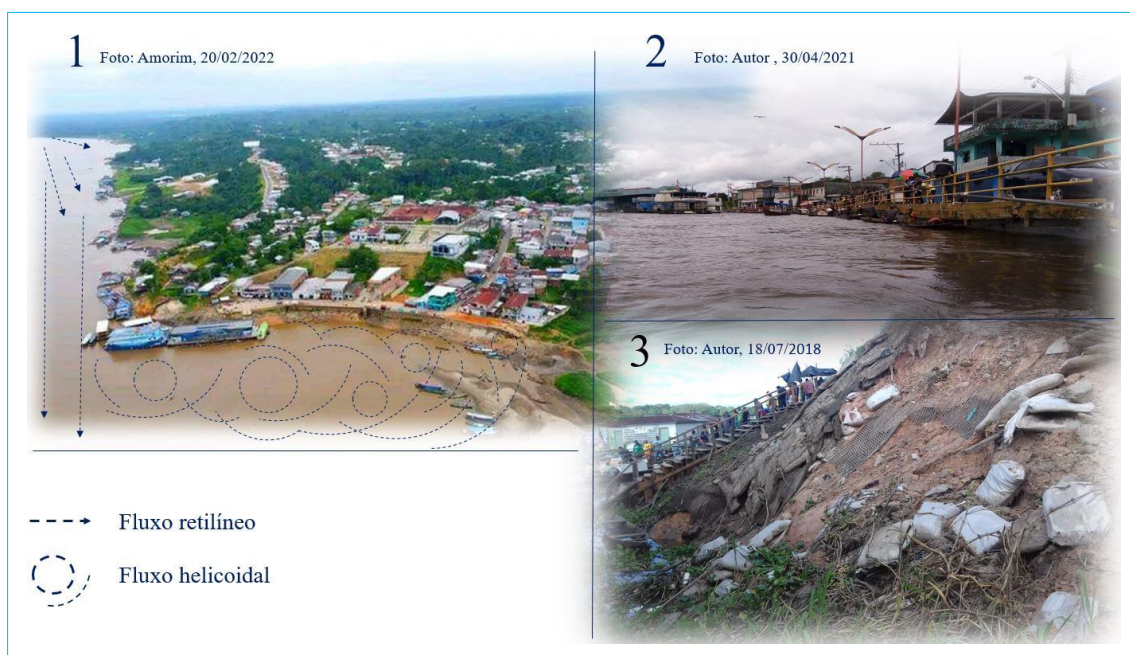
Visto as características inferidas na figura, é importante explicar que parte da zona portuária da cidade encontra-se em área de margem côncava, neste sentido Carvalho (2012) reforça que nas margens com essa particularidade, existe uma maior turbulência que também causa erosão, e que essa forma de movimento ataca mais as margens côncavas aumentando a sinuosidade. Ainda sobre este local, assim como São

Paulo de Olivença-AM, esta área pode sofrer influência da neotectônica, pois situa-se sobre lineamentos de falha ou fratura.

Convém lembrar, conforme Igreja, Carvalho e Franzinelli (2010), a energia das correntes erosivas contra as margens, inclusive nas juntas e fraturas, aliadas à componentes precedentes, pode provocar o colapso, gerando desabamentos, desmoronamentos e deslizamentos (Terras caídas). Caso que já ocorreu em outras ocasiões, e mais recente em 2015 na presente cidade como já mostrado.

Em virtude dos fatos denotados, é pertinente ligar estas concepções teóricas aos processos que ocorrem na dita zona portuária, pois os conceitos não fogem a realidade local, o movimento helicoidal ocorrente, erode a base enfraquecendo as estruturas das obras, vide FIGURA 71.

Figura 71: Perfil portuário em Santo Antônio do Içá-AM.



Fonte: Fabiam Gomes, (Org.) 2023.

A potência do fluxo, ou o gradiente da corrente é maior na margem onde se localiza a cidade, na imagem (1) são representados os dois tipos de fluxos que ocorrem nas proximidades, o fluxo normal, que pode ser observado com a seta pontilhada (fluxo longitudinal para jusante) e outra característica de fluxo é o helicoidal que é representado pelas linhas pontilhadas, a imagem (2) denota área na época de enchente, a imagem (3) mostra o resultado da pressão hidrodinâmica sobre a base da estrutura

portuária na vazante, na FIGURA 72 é trazido o perfil transversal que compõe a fisiografia do canal na frente da cidade.

Figura 72: perfil transversal em frente a cidade.

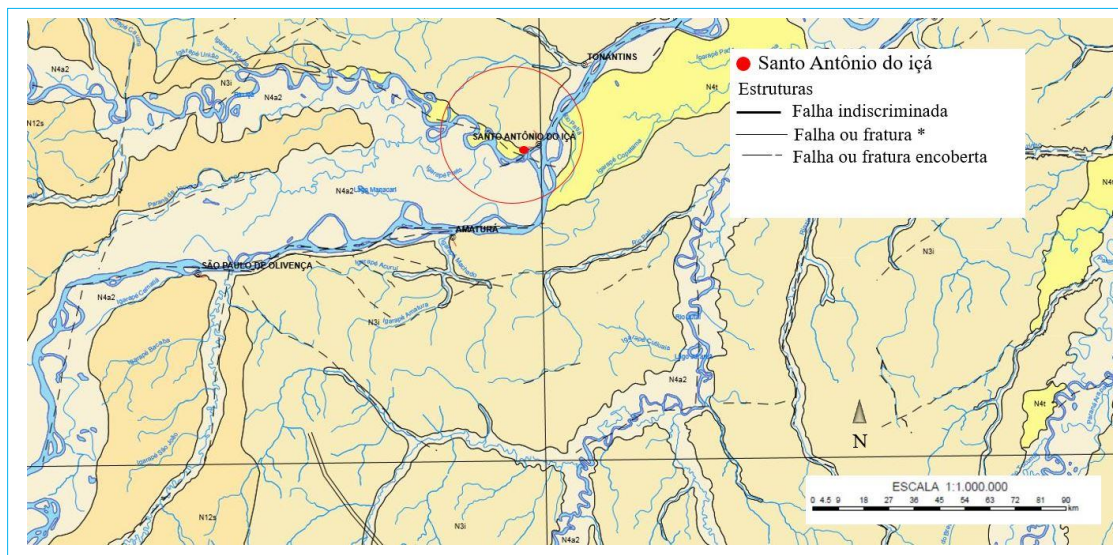


Fonte: Fabiam Gomes e Barbosa, 2023, elaborado no Plugin Profile tool (Qgis).

No perfil transversal, é mostrado que esta parte do canal que passa em frente a cidade existe uma inclinação íngreme com o talvegue tendo aproximadamente 48 m de profundidade na margem esquerda (A) margem esquerda, caracterizando a intensidade do trabalho do rio neste local, a largura do canal tem sua medida aproximada em 2,5 km do ponto (A) ao ponto (B) margem esquerda.

Em mesmo raciocínio, para com a combinação de fatores, existe também a hipótese da ação neotectônica como possível condicionador da gênese do processo de movimento de massa com notável extensão na área em destaque, em contexto a este pensamento veremos alguns argumentos que possam sustentar esta teoria, em primeiro lugar veremos localização do município no mapa geológico do estado Amazonas, ver a FIGURA 73.

Figura 73: Denotação de falha/fratura.



Fonte: Recorte (Org.) de mapa geológico do Amazonas, legenda adaptada, 2023.

É perceptível que as linhas de falha ou fraturas cruzam a área do perímetro da sede municipal, ao argumentar que a neotectônica pode ter influência no processo erosivo na dita Zona portuária, isso se torna aceitável, pois se ligarmos a extensão dos movimentos de massas com a ação erosiva de dentro para fora, a hipótese toma força e pode ser levada em consideração, na FIGURA 74 será evidenciado algumas imagens que denotam a dimensão do processo erosivo em sentido leste e oeste da zona portuária no ano de 2015.

Figura 74: Colapso de terra em Santo Antônio do Içá-AM.



Fonte: Fabiam Gomes, (Org.) 2023.

Como foi demonstrada na imagem, as áreas submetidas a movimentação foram nocivas, implicando negativamente a vida dos moradores e também na urbanística portuária do município que se localiza no bairro centro, Rua Castelo branco, nas imagens (A e B) datadas de 11/10/2015 a erosão atingiu parte do bairro independência comprometendo 17 habitações dentre as 112 casas que se encontravam próximo a área do fenômeno natural.

Em mesma linha de difusão, outra área que teve considerável ação danosa foi no bairro Taracuí, deixando moradores preocupados com o fenômeno em deflagração, na imagem (C) datada de 23/09/2015 podemos observar uma fenda com largura de 15 a 25

centímetro que se estendeu por aproximadamente 600 metros em sentido jusante, no dia 25/09/2015 imagem (D), parte de toda essa área entrou em colapso apresentado afundamento de solo, comprometendo 11 habitações dentre as 100 casas que se encontram na área do fenômeno natural.

Em virtude dos fatos mencionados, é pertinente inferir que este tipo de fenômeno é recorrente na historiografia local, o evento atual (2015), tem vestígio ligado a um fato pretérito, processo erosivo ocorrente em tempos atrás que se relacionou principalmente com a neotectônica. Assim os eventos atuais e pretéritos podem ter a responsabilidade vinculada a erosão influenciada por neotectogênese.

Sobre o evento pretérito citado, na cidade de Santo Antônio do Içá-AM, conforme Igreja, Carvalho e Franzinelli (2010), há 30 anos atrás ocorreu uma erosão ligada principalmente a neotectônica:

Repentinamente, apareceram feixes de fendas com cerca de 10 cm de largura com centenas de metros de comprimentos, paralelas à direção do canal do rio Iça, em seu terraço com aproximadamente 30 metros de altura, há uma distância de cerca de 20 metros da margem. As 12 famílias que moravam na área tiveram somente tempo de desmancharem suas casas de madeira e transferir para outro lugar mais seguro (IGREJA, CARVALHO E FRANZINELLI, 2010, p. 144)

Por consequência das aparições das fendas, alguns dias depois, o terraço, formado por sedimentos silte-argilosos e arenosos vermelhos da formação Içá colapsou com grande estrondo, sendo rebaixado à altura de 2 metros acima do nível da água do rio. Ainda sobre este evento o Sr. Sebastião Ferreira dos Santos (entrevistado em campo), relatou que nos dias antes do ocorrido:

Durante uma semana as pessoas ouviram “estrondos” e também eram vistos aparecimento de “brechas” na beira das ruas e beira dos barrancos, e as pessoas com medo iam saindo de suas casas, e no dia 7 de setembro de 1980 por volta do meio dia a terra “sentou”. Um morador disse que ali perto tinha um poço muito feio e fundo (dentro/sobre o pacote sedimentar do terraço que foi movimentado), e ali morava uma “Cobra Grande”, e alguém jogou pimenta dentro do lago e a cobra ficou zangada e saiu do poço, e por causa disso a terra caiu (rios...)

Ainda sobre a erosão e consequências, disse o entrevistado que:

quando a terra caiu se formou ondas com 4 a 5 metros de altura que atingiu o outro lado do rio, disse o senhor Sebastião que a onda deixou muitos peixes em cima da praia (FERREIRA, morador entrevistado em campo 19/08/2018).

O evento em si, e seus fatores naturais fizeram acontecer a destruição de parte de um bairro desta vila de Santo Antônio do Iça AM, com tudo por ser um fenômeno de grandes dimensões atingiu também uma área considerável em sentido jusante nas margens do rio Solimões, área que na atualidade abrange em seus limites a zona portuária da cidade.

É pertinente destacar que estes eventos ocorrem sempre no período de vazante e seca do rio, isso no mês de setembro, na escala temporal presente, os problemas continuam a existir, fato que pode ser constatado ao se observar que, logo após a revitalização do porto, novos processos continuam a ocorrer com intensidade preocupante, isso por conta da pressão hidrostática vide a FIGURA 75.





Fonte: Fabiam Gomes, 2023. Nota: as fotos que formam o mosaico foram feitas em 30/08/2021.

Os eventos deste tipo, como o citado na cidade de Santo Antônio do Içá pode ser causado por pequenos tremores de terra, causando acomodação e afundamento de solo, desabamento, deslizamento, e caso existam edificações sobre o local, podem ocasionar o colapso das estruturas, onde foi claramente exemplificado na FIGURA 75.

Com investigação desenvolvida na zona portuária por conta de eventos anteriores, Gomes (2017) apresentou o conjunto de possíveis agentes condicionadores do processo erosivo sobre a área delimitada, e classificou o processo como abatimento de solo, onde este tipo de erosão apresentava feições em forma de degraus, com extensão terra movimentada que compreendia toda área do porto e parte de bairros próximos.

#### **4.1. Implicações e consequências**

Quando ocorre um evento físico, com intensidade e periculosidade diferentes, (tal como um sismo, erosões, inundação, deposição de sedimentos, incêndio ou algum dos outros fenômenos naturais), isso provoca direta ou indiretamente danos extensos à propriedade, a economia e outros seguimentos sociais.

Seguindo o raciocínio citado, exemplificando a obra inaugura em 2018 na cidade de Santo Antônio do Içá, lugar que compreende toda área do porto da cidade no ano de 2019 já começou a apresentar fendas em seu perímetro, chegando ao ano de 2021 com erosões e danos visíveis afetando estabelecimentos e o processo logístico em contexto portuário.

O governo do estado do Amazonas realizou obras de serviço para contenção de processos erosivos que se deflagram na zona portuária de Santo Antônio do Içá, com um investimento de 6 milhões de reais, os trabalhos foram realizados pela Secretaria de Estado de Infraestrutura (Seinfra), no total a área que passou por revitalização teve uma extensão de 400 metros, porém como podemos perceber através das informações postas, toda a obra atualmente, já demonstra danos a sua estrutura, configurando prejuízos econômicos públicos.

O local com seus comércios, pontos de atracação, residências, e entre outras edificações que formulam o ambiente portuário, no tocante de sua área, em uma classificação de risco geológico, pode estar com risco R4 (risco muito alto) a CPRM infere que esta classificação evidencia instabilidade notável, deflagrando trinca no solo, degraus de abatimento em talude, trincas em moradias ou muros de contenção, onde

mantidas essas condições existentes é muito provável a ocorrência de eventos destrutivos, eventos que trazem como consequência perda material e impactos ambientais e sociais.

Em 2018 foi proposto junto defesa civil do município, criar um programa de mapeamento e monitoramento de eventos erosivos (PMME), que desenvolveria um conjunto de ações preventivas e assistenciais destinadas a evitar ou minimizar danos, preservando o moral da população, e reestabelecendo a normalidade social, e promoveria ajuda em relação ao entorno de perdas materiais ou ambientais ligadas às comunidades, porém o projeto não foi levado adiante por falta de incentivo da gestão municipal.

No entanto a falta de incentivo a desenvolver estudos, culminam e fracassos em obras de engenharia e implicações aos cidadãos, com essa maneira de pensar Gomes (2017) expôs a ideia de que, falando-se da movimentação de massa, e terras caídas na região amazônica, isso vem sendo um fator que tem influência direta na questão das obras em áreas portuárias.

E sem um planejamento adequado e observação minuciosa da morfogênese de cada um dos municípios com essa problemática, todos os projetos para a construção dos portos acabam se tornando impossibilitados e ou fracassados.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os processos erosivos e deposicionais em âmbito fluvial têm características particulares, e quando esses processos são ligados a rios com extensão e vazão diferenciados em contexto a outros rios, os processos e implicações ganham notoriedade pela intensidade e consequências, neste quesito, o rio Solimões/Amazonas ganha destaque por ser considerado o maior rio do mundo.

Com tamanha extensão e vazão de suas águas, junto ao conjunto de características físicas que formulam a fisiografia paisagística, como particularidades geomorfológicas e geológicas, o rio Solimões produz notáveis belezas, contudo, a beleza por traz de muitos processos e feições geofísicas escondem e instigam implicações às comunidades ribeirinhas, assim como em núcleos urbanos (cidades cedés).

Em virtude do que foi mencionado, sobre a ideia de abordagem do assunto (processos e implicações portuárias), nós temos que ter em mente, que o rio Solimões com extensões grandiosas, promove diferentes processos com diferentes implicações, dando entender que existe uma morfodinâmica com processos atuando em diferentes lugares com diferentes fatores condicionadores.

As argumentações em prol desta afirmação, são os processos implicações denotados, e que conseqüentemente estes eventos dinâmicos fazem existir uma transformação morfológica que incide de maneira contrastante dentro de cada área que foi delimitada para o estudo. Assim, neste contexto podemos considerar proposta de uma Geomorfologia Fluvial Urbana como condição de análise para os núcleos urbanos na Amazônia, pois estes núcleos são construídos basicamente nas margens dos rios.

Dando um parecer geral sobre o assunto tratado neste trabalho, foi buscado uma articulação teórica entorno de processos fluviais ocorrentes na região do alto rio Solimões, sendo de intenção pertinente que as consequências dos fenômenos físicos fossem humanizadas, mostrando as angustias vividas por conta da deflagração das erosões, deposições e alagações nas margens dos rios, mostrando as vulnerabilidades, tais como a vulnerabilidade física, localização das residências, danos a equipamentos comunitários (como escolas, postos de saúde e principalmente as zonas portuárias ) em áreas de risco, pontuando a má qualidade das construções por falta de uma interdisciplinalidade em estudos que pudessem reger obras e projetos consistentes.

## REFERÊNCIAS

- ABINADER, Humberto Dias. **Depósitos Cenozóicos da porção oeste da Bacia do Amazonas**, Dissertação de mestrado (Pós-graduação em Geografia-PPGEO/UFAM) Universidade Federal do Amazonas, Manaus-AM, 2008.
- ALEIXO, Rui José Ferreira. **Estudo de sedimentação e transporte empregando novas técnicas analíticas e experimentais**. Dissertação de mestrado em (fundamentos e aplicação da mecânica dos fluidos), Universidade do porto, 2006.
- ALVES, Rodrigo Condé, TRES, Andressa, SOARES, Ronaldo Viana, WENDLING, William Thomaz, TETTO Alexandre França. Classificação climática para o estado do Amazonas segundo as zonas de vida de Holdridge; **Rev. Cienc. Agrar.**, v. 62, p. 1-12, 2019.
- ALVES, L. M., CAVALCANTI, I. F. A., SILVEIRA, V. P., MARENGO, J. A. **Aspectos climatológicos** – observações; In: BORMA, Laura de Simone, NOBRE, Carlos. (Org.). **Secas na Amazônia: causas e consequências**, São Paulo: Oficina de Textos, 2013.
- ALBRECHT, Glenn, SARTORE, Gina-Maree, CONNOR, Linda, HIGGINBOTHAM, Nick, FREEMAN, Sonia, KELLY, Brian, STAIN, Anne, POLLARD, Georgia. **Solastalgia: a angustia causadas pelas mudanças ambientais**, Australasian Psichitry, 2007.
- ANA, Agência Nacional das Águas. **Região Hidrográfica Amazônica**. Doc. Disponível em: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/portais/bacias/amazonica.aspx>, acesso, em 20/01/2023.
- ANA, Agência Nacional das Águas. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**. Brasília: Agência Nacional de Águas, 2009. 203 p.
- ARAÚJO, Aline Gabriela Silveira. **Morfodinâmica Fluvial do Rio Amazonas entre a Ilha do Careiro e a Costa do Varre Vento-AM**. Dissertação de mestrado (Pós-graduação em Geografia-PPGEO/UFAM) Universidade Federal do Amazonas, Manaus-AM, 2018.
- ANDRETTA, Elton Rodrigues, SOUZA, Antônio Gilmar Honrato. **Conceitos básicos de Geologia**. Documento Power point utilizado no curso no curso internacional básico de percepção e mapeamento de risco geológico, Tabatinga-AM, 2018.
- BERTRAND, Georges. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**, n. 13, p. 1-27, 1971.
- BERTALANFFY, L. v. **Teoria Geral dos Sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1973.
- CARNEIRO, Deize de Souza, SOUZA, José Camilo Ramos, VICENS, Raúl Sánchez, CARVALHO, José Alberto Lima. **Morfodinâmica do rio Solimões e implicações sociais: uma proposta de educação ambiental com o suporte das geotecnologias e do conhecimento tradicional**; Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 2381-2387.
- CARVALHO, José Alberto Lima. **Erosão nas margens do rio Amazonas: o fenômeno das terras caídas e as implicações na vida dos moradores**. Tese de Doutorado (Pós-Graduação em Geografia-PPGEO/UFF) Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2012.

- CARVALHO, José Alberto Lima. **Terras caídas e consequências sociais: costa do Miracauera – Paraná da Trindade, Município de Itacoatiara**. Dissertação de mestrado (Pós-graduação em Geografia-PPGEO/UFAM) Universidade Federal do Amazonas, Manaus-AM, 2006.
- CHIOSSI, Nivaldo José. **Geologia de engenharia** -3. ed. - São Paulo: Oficina de Textos, 2013.
- CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.
- CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Geomorfologia Fluvial**. 2ª ed. São Paulo: Blucher, 1981.
- CUNHA, Sandra Batista, **Geomorfologia Fluvial**. In: GUERRA, Antônio Teixeira, CUNHA, Sandra Batista. (Org.). Geomorfologia uma atualização de bases e conceitos. - 16ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2022.
- CPRM, COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS/ SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Doc; Acesso em 15/09/2021.
- CPRM, COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS/ SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Relatório circunstancial sobre setorização de áreas em alto e muito alto risco a movimentos de massa no município de São Paulo de Olivença-AM**, 2018.
- CPRM. GEOLOGIA, **Tectônica e Recursos Minerais do Brasil**. In: BIZZI, L. A.; SCHOBENHAUS, C.; VIDOTTI, R.; GONÇALVES, J. H. (Eds.). Brasília: CPRM, 2003. 692 p.
- D'ANGELO, SAMMYA AGRA. **Colonização vegetal em áreas de sedimentação recente na várzea da Amazônia central**. Dissertação de mestrado (Pós-graduação em ciências biológicas-Programa Integrado de Pós-graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais) INPA/UFAM, 2009.
- DANTAS, Marcelo Eduardo, MAIA, Maria Adelaide Mansini. **Compartimentação Geomorfológica**; In: MAIA, Maria Adelaide Mansini, MARMOS, José Luiz (Org.) Geodiversidade do Estado do Amazonas-Manaus: CPRM, 2010.
- DARDEL, Eric. **O Homem e terra: a natureza da realidade geográfica**; (1899-1967), tradução Walther Holzer- São Paulo: Perspectiva, 2011.
- DIEGUES, Antônio Carlos. **A água e cultura nas populações tradicionais do Brasil**. In: RIBEIRO, Wagner Costa (Org.) Governança da água no Brasil: Uma visão interdisciplinar- São Paulo: Annablume; Fapesp; CNPq. 2009.
- FALCÃO, Cleire Lima da Costa. **Teoria geral dos sistemas e o entendimento dos processos erosivos em uma bacia hidrografia**. Revista Equador (UFPI), Vol. 9, Nº 4, p.21 – 39, 2020, ISSN 2317-349.
- FISCH, G.; MARENCO, J.; NOBRE, C. Clima da Amazônia. Acta Amazônica, v. 28, n. 2, p. 101-126, 1998.
- FLORENZANO, Teresa G. **Introdução à Geomorfologia**, In: FLORENZANO Tereza G; (Org.) Geomorfologia Conceitos e tecnologias Atuais, São Paulo: oficina de textos, 2008.
- FREITAS, Osvaldino Brito. **Geodinâmica fluvial do rio Solimões: análises e características do fenômeno de terras caídas na cidade de São Paulo de Olivença**,

**Amazonas.** Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade do Estado do Rio de Janeiro, UERJ, 2020.

FROTA, Arlan Justino. **Entre rios e a cidade: Os Flutuantes de Tapauá no Amazonas.** Dissertação de mestrado (Pós-graduação em Geografia-PPGEO/UFAM) Universidade Federal do Amazonas, Manaus-AM, 2017.

GONÇALVES, Carlos Walter Porto. **Amazônia, Amazônias;** 3. Ed. – São Paulo: Contexto, 2012.

GOMES, Fabiam, Chota. **Erosão Portuária em Santo Antônio do Içá-AM.** In: 7º Encontro Internacional de Ensino e Pesquisa em Ciências na Amazônia, 2017, Tabatinga-AM, UEA edições. Disponível em: Anais EIPECAM 2017, ISBN: 978-85-7883-444-9.

GOMES, Fabiam Chota. **Aspectos fisiográficos do canal Aramaçá: dificuldade condicionada pela hidrodinâmica no transporte fluvial em época de vazante no trecho Tabatinga e Benjamim Constant no rio Solimões-Am.** In: Freira internacional de ciência e tecnologia na Amazônia: Universidade Nacional de Colômbia- sede Amazônia, 2018.

GUIMARÃES, David Franklin da Silva, VASCONCELOS, Mônica Alves, VIDAL, Terena do Couto Sampaio, PEREIRA, Henrique dos Santos. A relação entre eventos climáticos extremos e desastres ambientais fluviais no Amazonas; **Revista: Research, Society and Development**, v. 10, n. 9, p.15, 2021- ISSN 2525-3409.

HAYAKAWA, Ericson Hideki, ZANI, Hiran, FILHO, Clódis de Oliveira Andrades, BERTANI, Thiago Castilho, Rossetti, Dilce de Fátima. Identificação de paleocanais na bacia amazônica a partir de dados de sensoriamento remoto; **Revista de Geografia. Recife: UFPE – DCG/NAPA**, v. especial VIII SINAGEO, n. 1, Set. 2010.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE Cidades, 2020. Disponível: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/Am/> Acesso em 15/01/2022.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE

Classificação do clima Amazônico; 2009. Disponível: [https:// climas.brasil.gov.br/](https://climas.brasil.gov.br/) Acesso em 15/07/2023.

IGREJA, Hailton Luiz Siqueira, CARVALHO, José Alberto Lima, FRANZINELLI, Elena. **Aspectos das Terras Caídas na Região Amazônica.** In: RABELLO, Adoréa. (Org.) Contribuições Teórico-metodológicas da Geografia Física. Manaus: Editora da Universidade Federal do Amazonas, 2010.

JESUS, E. F. R. **Espaço, tempo e escala em climatologia.** Tese de Doutorado apresentado ao programa de pós-Graduação do (Departamento Geografia da FELGH/USP), São Paulo, 1995.

MARQUES, Jorge Soares. **Ciência Geomorfológica.** In: GUERRA, Antônio Teixeira, CUNHA, Sandra Batista. (Org.). Geomorfologia uma atualização de bases e conceitos. - 16ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2022.

MARQUES, Rildo Oliveira. **Erosão nas margens do rio Amazonas: o fenômeno das terras caídas e as implicações para a cidade de Parintins-Am.** Dissertação de mestrado (Curso de Geografia) Universidade Federal Do Amazonas (UFAM) 2017.

- MELO, A.F.F. & Villas Boas, P.F. 1993. **Caracterização e Distribuição da Formação Içá na Porção Noroeste do Estado do Amazonas**. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 4, 1993. Resumos Expandidos, Manaus, SBG, p. 210-211.
- MOLINARI, Deivison Carvalho. **Hidrologia, Processos erosivos e Movimento de massa**. In: RABELLO, Adoréa. (Org.) Contribuições Teórico-metodológicas da Geografia Física. Manaus: Editora da Universidade Federal do Amazonas, 2010.
- MORAES, A. C. R. **Geografia: Pequena História Crítica** -Vidal de La Blache e a Geografia Humana. 12. ed. São Paulo: Hucitec. 1993, p. 61-83.
- MORAES, André de Oliveira, PINTO Moisés. A. T, SCHOR Tatiana. **Cesta básica na ponta do lápis: Prática de pesquisa em geografia**. Manaus: EDUA, 2016. 74 p.
- NASCIMENTO, T.S. e SARAIVA, J.M.B. **Variabilidade Sazonal da Precipitação Pluviométrica em Cidades na Calha do Rio Solimões-Amazonas**. XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Viçosa MG. 2009. Disponível em: [http://www.geomorfologia.ufv.br/simpósio/simpósio/trabalhos/trabalhos\\_completos](http://www.geomorfologia.ufv.br/simpósio/simpósio/trabalhos/trabalhos_completos). Acesso em 04/02/2023.
- NETO, Roberto Marques. **A abordagem sistêmica e os estudos geomorfológicos: algumas interpretações e possibilidades de aplicação**, Revista Geografia - v. 17, n. 2, p. 67-87, jul./dez. 2008.
- NETTO, Ana L. Coelho. **Hidrologia de Encosta na Interface com a Geomorfologia** In: GUERRA, Antônio Teixeira, CUNHA, Sandra Batista. (Org). Geomorfologia uma atualização de bases e conceitos. - 6ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.
- NOVO, Evlyn Márcia, **Ambientes Fluviais** In: FLORENZANO, Teresa. (Org.) Geomorfologia Conceitos e tecnologias Atuais, São Paulo: oficina de textos, 2008.
- NORONHA, Marconde Carvalho. **Geoespaço: O espaço Geografico do Amazonas**, Manaus; Cecil Concorde, 2003.
- OLIVEIRA, Luiz Marcelo. **Acidentes Geológicos urbanos**; Serviço Geológico do Paraná- Curitiba, 2010.
- OLIVEIRA, Daniel, ANDRADE, Nailde Martins. **Recursos hídricos Superficiais**. In: MAIA, Maria Adelaide Mansini, MARMOS, José Luiz (Org.) Geodiversidade do Estado do Amazonas-Manaus: CPRM, 2010.
- OLIVEIRA, Josildo Severino, MOURÃO, Maria Elena. **Estudos de Geografia do Amazonas**, Manaus: Editora Grafisa, 2017.
- PEREIRA, Marcelo Souza, WITKOSKI, Antônio Carlos. Construção de paisagem, espaço e lugar na várzea do rio Solimões-Amazonas; **Novos Cadernos NAEA**: v. 15, n. 1, p. 273-290, jun. 2012, ISSN 1516-6481.
- PEREIRA, Marcela Vieira, ALECRIM, José Duarte, AGUIAR, Francisco Evandro Oliveira. **Elementos Constituintes e Fatos Influenciadores no Clima da Amazônia**. In: RABELLO, Adoréa. (Org.) Contribuições Teórico-metodológicas da Geografia Física. Manaus: Editora da Universidade Federal do Amazonas, 2010.
- PETRI, Setembrino; FÚLFARO, Vicente José. Geologia do Brasil. São Paulo, EDUSP, 1983
- PIEIDADE, Maria Teresa Fernandez, SCHÖNGART, Jochen, WITTMANN, Florian, PAROLIN, Pia, BLEICH, Monica Elisa, LOPES, Aline. **Iniciando a viagem pelas Áreas Úmidas Amazônicas**. In: Conhecendo as áreas úmidas amazônicas: uma viagem



pelas várzeas e igapós. (Org.) LOPES, Aline, PIEDADE, Maria Teresa Fernandez. Editora Impa- Manaus, 2015.

PINA, Samer Alejandro Mera, GOMES, Fabiam Chota, RODRIGUES, Francisco Gleison de Souza. **Morfogênese, erosão a deposição na zona portuária de Tabatinga-AM**; In: 8º Encontro Internacional de Ensino e Pesquisa em Ciências na Amazônia, 2018, Tabatinga-AM, UEA edições. Disponível em: Anais EIPECAM 2018, ISBN: 978-85-7883-503-3.

PORRO, Antônio. **Povo das águas**. Petrópolis, RJ: Ed. Vozes; SP: EDUSP, 1995.

PREVE, Willian Sartor, D'ESPINDULA, Giovana Pereira Carraro, VALDATI, Jairo. Abalos sísmicos moderados no Brasil: **Um levantamento dos eventos registrados nos séculos xx e xxi e a difusão de medidas preventivas**. In: XVII simpósio Brasileiro de Geofísica Aplicada; Instituto de Geociências-Unicamp, Campinas SP, 2017, p. 3928-3940.

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

REBELLO, Adoréa. **Erosão no Contexto das Bacias Hidrográficas**. In: RABELLO, Adoréa. (Org.) Contribuições Teórico-metodológicas da Geografia Física. Manaus: Editora da Universidade Federal do Amazonas, 2010.

REIS, Josimar Pereira da Silva. Cidades ribeirinhas da Amazônia: **A relação entre produção do espaço urbano e a dinâmica fluvial na cidade de São Paulo de Olivença-AM, Brasil**. Dissertação de mestrado (Pós-graduação em Geografia-PPGEO/UFAM) Universidade Federal do Amazonas, Manaus-AM, 2022.

REIS, Nelson Joaquim, ALMEIDA, Marcelo Esteves. **Arcabouço Geológico**. In: MAIA, Maria Adelaide Mansini e MARMOS, José Luiz (Org.) Geodiversidade do estado do Amazonas. Manaus: CPRM, 2010.

RIBEIRO, Miriam Bianca do Amaral. **Amazônia legal: História e Geografia**, 1. ed- São Paulo: FTD, 2014.

RODRIGUES, Cleide, ADAMI, Samuel. **Técnicas Fundamentais para Estudos de Bacias Hidrográficas**. In: VENTURI, Luiz Antônio Bittar (Org.) Praticando Geografia – Técnicas de campo e laboratório. São Paulo: Oficina de Textos/USP, 2005.

RODRIGUEZ, José Manoel, SILVA, Edson Vicente. **Planejamento Ambiental e Gestão Ambiental: Subsídios da Geoecologia das Paisagens e da Teoria Geossistêmica**. Fortaleza: Edições UFC, 2018.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**; 9. ed., 4ª reimpressão. São Paulo: Contexto, 2020.

ROZO, José Max González, NOGUEIRA, Afonso César Rodrigues, CARVALHO, Albertino de Souza. **Análise multitemporal do sistema fluvial do Amazonas entre a ilha do Careiro e a foz do rio Madeira**. In: Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, INPE, p. 1875-1882, 2005.

SALATI, E. Marques, MOLION, L. C. G. Origem e distribuição das chuvas na Amazônia. **Revista Interciência**, v. 3, n. 4, p. 200-205, 1980.

SILVA, Paulo Almeida. **A ação fluvial no delineamento de orlas no alto Solimões: uma abordagem geossistêmica**; Tese de Doutorado (Pós-graduação em Geografia (PPGG) Universidade Federal de Rondônia (UNIR), Porto Velho – RO, 2021.

SIOLI, Harald. **Alguns resultados e problemas da limnologia na Amazônia**. Belém-PA: Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Norte. Nº 24, 1951.

SOUZA, Jonas Otaviano Praça. **Dos sistemas ambientais ao sistema fluvial. Uma revisão de conceitos**; CAMINHOS DE GEOGRAFIA, 2013- revista on line [http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhos da geografia](http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhos_da_geografia), acessado em 16/06/2022.

SOUZA, Valmir da Silva, NOGUEIRA, Afonso César Rodrigues. **Seção geológica Manaus - Presidente Figueiredo (AM)**, borda norte da Bacia do Amazonas: um guia para excursão de campo; Revista Brasileira de Geociências, 2009, p. 16-29, arquivo digital disponível on-line no site [www.sbgeo.org.br](http://www.sbgeo.org.br).

SUGUIO, Kenitiro. **Geologia Sedimentar**; São Paulo. Ed. Blucher, 2003.

STEVAUX, José Cândido, Edgardo Manoel Latrubesse. **Geomorfologia fluvial**, São Paulo: Oficina de textos 2017.

STRASSER, Maximiliano Andrés. **Dunas fluviais no rio Solimões-Amazonas, Dinâmica e Transporte de Sedimentos**. Tese apresentada no (Programas de pós-Graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro) UFRJ- Rio de Janeiro, RJ- 2008.

TEIXEIRA, S. G. **Risco Geológico**. In: MAIA, M. A. M.; MARMOS, J. L. (orgs.). Geodiversidade do estado do Amazonas. Manaus: CPRM, 2010, p. 87-100.

TRINDADE JÚNIOR, Saint-Clair, Cordeiro. **Das “janelas” para os rios: compreendendo as cidades ribeirinhas da Amazônia**. In: TRINDADE JÚNIOR, Saint-Clair Cordeiro; TAVARES, Maria Goretti da Costa. (Org). A cidade e o rio na Amazônia: mudanças e permanências. Belém: EDUFPA, 2008.

TRINDADE JÚNIOR, Saint-Clair Cordeiro. **Das “cidades na floresta” às “cidades da floresta”: espaço, ambiente e urbanodiversidade na Amazônia brasileira**. Belém: Paper do NAEA, Nº 321, dezembro de 2013.

VERGADA, P. **El enigma del desarrollo: Endogeneidad em um mundo globalizado**. Iam: Planificação territorial e Desenvolvimento regional. Fortaleza, EdUECE, 2004.

WINCANDER. R.; MONROE, J. S. PETERS, K. **Fundamentos de Geologia**. Tradução e adaptação: CARNEIRO, M. A. São Paulo: Cengage Learning, 2009.