



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

FRANCIVAN DIAS DE SOUZA

**DINÂMICA FLUVIAL DO RIO AMAZONAS E IMPLICAÇÕES
SOCIOECONÔMICAS PARA A CIDADE DE ITACOATIARA - AM**

**MANAUS-AM
2022**

FRANCIVAN DIAS DE SOUZA

**DINÂMICA FLUVIAL DO RIO AMAZONAS E IMPLICAÇÕES
SOCIOECONÔMICAS PARA A CIDADE DE ITACOATIARA - 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

**MANAUS-AM
2022**

Ficha Catalográfica

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

S729d Souza, Francivan Dias de
Dinâmica fluvial do rio Amazonas e implicações socioeconômicas para a cidade de Itacoatiara - AM / Francivan Dias de Souza . 2022
110 f.: il. color; 31 cm.

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

1. Dinâmica fluvial. 2. Processos fluviais. 3. Regime hidrológico.
4. Planície de Inundação. 5. Várzea. I. Lima, José Alberto Carvalho de. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

FRANCIVAN DIAS DE SOUZA

**DINÂMICA FLUVIAL DO RIO AMAZONAS E IMPLICAÇÕES
SOCIOECONÔMICAS PARA A CIDADE DE ITACOATIARA - 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.

Aprovada em: 12/07/2022

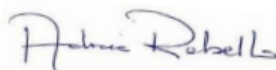
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. José Alberto Lima de Carvalho
Universidade Federal do Amazonas
Orientador



Prof. Dr. Claudemilson Nonato Santos de Oliveira
Membro Externo



Profª. Drª. Adoréa Rebello da Cunha Albuquerque
Membro do PPGEQG – UFAM
Universidade Federal do Amazonas

À minha esposa Eliane e aos meus queridos filhos
Francisco, Francivan Jr., Fiuk, Eloá, Friedrich e
Gabriel, que de formas diferentes tanto
contribuíram para a realização desse trabalho. A
meus queridos pais Francisco e Joaneide, irmãos
e amigos pelo incentivo.

RIO

Nas águas desse rio
Vi um dia o amor chegar,
Passam dias, dias passam
Dele sempre vou lembrar.
Foi nessas águas claras
Que o amor veio nascer,
Viajando sem destino
A paixão se fez você.
E assim ti conheci
Nesse rio a passear,
Brotou da paixão a semente
Que o rio veio banhar.
Mas que ironia do destino
O mesmo rio que ti fez gente,
Testemunhou ti fez presente,
Ti levou pra não voltar,
E um grande coração
Triste por ti ficou a chorar.

(Primícias de um Sonhador)
Almino Ferreira

AGRADECIMENTOS

A Deus, “o Arquiteto do Universo” pela dádiva de existir, pela sabedoria, força e proteção em todos os momentos de minha vida.

Ao Professor Dr. José Alberto Lima de Carvalho pela paciência e conhecimentos compartilhados durante as incansáveis orientações. Agradeço pelos valores ensinados e que, ao navegar pelos meandros da vida, lembrarei que ser simples e valorizar nossas origens, nos torna uma pessoa melhor.

A SEDUC – Secretaria de Estado de Educação e Qualidade de Ensino do Amazonas em oportunizar aos Servidores da Educação o curso de Pós-Graduação em nível de Mestrado em parceria com a UFAM – Universidade Federal do Estado do Amazonas e PPGeo – Programa de Pós-Graduação em Geografia, gratidão.

A SEMED – Itacoatiara em contribuir com meus estudos na capital do estado, por entender que a formação intelectual do professor implicará na melhoria e no desenvolvimento da educação do município.

Aos meus pais Francisco Lopes de Souza e Joaneide Dias de Souza por tudo que representam em minha vida. Obrigado por sempre apoiar meus estudos e sonhos, essa vitória também pertence a vocês.

Ao amigo de licenciatura, Professor Dr. Claudemilson Nonato pela imprescindível ajuda nas disponibilizações e compartilhamentos de documentos oficiais referentes à história de Itacoatiara. Além de um grande professor, mostrou-se também ser um grande amigo. Conta comigo sempre que precisares!

Ao amigo Dr. Francisco Gomes da Silva que, disponibilizou seu riquíssimo arquivo literário sobre a história pretérita e recente do município de Itacoatiara servindo de base fundamental para minhas pesquisas.

Ao nobre professor Ronny Von Medeiros Guimarães Lira por me informar humildemente sobre o processo de submissão de projetos para pleitear uma vaga no Mestrado em Geografia – UFAM.

Ao amigo e tio Adair Filho Monteiro Vasconcelos que por vezes ajudou na logística dos campos, conduzindo com bravura a pequena embarcação que nos permitia se deslocar pelas agitadas águas do rio Amazonas.

À minha esposa Eliane Maquiné e filhos que mesmo longe em determinados momentos do meu estudo, sempre esteve ao meu lado e, dividindo momentos bons e ruins, nunca deixou de acreditar que esse objetivo seria alcançado, todo meu amor.

Aos sogros César Carvalho e Vera Lúcia da Silva Maquiné que por muitas vezes me ajudaram financeiramente, mesmo com tanta dificuldade, o incentivo nunca faltou nos momentos de arrocho.

Ao meu irmão e amigo Francineudo Dias de Souza que me alojou em sua residência na capital Manaus durante os anos de estudo e que sempre compartilhou comigo bons e maus momentos na saga de meus momentos, obrigado irmão.

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!

RESUMO

Uma das principais características do rio Amazonas é de apresentar significativas alterações no seu leito, resultado de intenso processo de desbarrancamento de suas margens (terras caídas) e de formação de depósitos em seu leito formando ilhas, barras laterais e centrais entre outros. O resultado da ação conjugada desses fatores altera em escala diferentes as margens e o leito desse rio causando problemas de várias ordens aos moradores ribeirinhos dispersos em suas margens e aos aglomerados humanos em nível de comunidades, vilas e cidades. Itacoatiara localiza-se na região nordeste do Estado do Amazonas num trecho côncavo da margem esquerda do rio Amazonas, tendo sua origem urbana em um terraço fluvial mais elevado que a planície quaternária e possui forma triangular e topo plano com altitude de 26 metros acima no nível do mar, sua superfície é plana com declividade suave no sentido sul – norte, no perímetro do sítio urbano. O presente trabalho teve como objetivo principal analisar os processos fluviais e as alterações resultantes dessa dinâmica e as implicações sociais de um trecho do curso médio rio Amazonas entre a Costa do Surubim/ Ciripá (montante), margem direita do Rio Amazonas e a Ilha do Risco (jusante) tendo a cidade de Itacoatiara-AM como centro da área da pesquisa. Pela sua posição natural, a mesma recebe o ataque quase frontal do rio Amazonas, mas, com pouco comprometimento das ações do grande rio por conta da formação de rochas lateríticas que funcionam como um grande escudo geológico em toda a margem esquerda do ambiente urbano. O método de interpretação utilizado é a Concepção Sistêmica, fundamentado em análise bibliográfica clássica e contemporânea, também, complementado por bibliografia regional e local, medições batimétricas transversais do rio Amazonas, análises de cartas náuticas, regime hidrológico e climático, classificação dos solos, a cobertura vegetal, o contexto histórico etimológico da cidade, e os impactos do último grande evento extremo em nosso estado – a cheia do rio Amazonas e seus impactos socioeconômicos no município de Itacoatiara. Em laboratório utilizou-se produtos de Sensoriamento Remoto (imagens de satélites) e Softwares Gratuitos entre outros. Após a pesquisa realizada, acredita-se ter contribuído para o avanço e ampliação do conhecimento sobre a dinâmica fluvial, seus agentes e mecanismos causadores das grandes mudanças naturais na paisagem e os impactos desses fenômenos na vida dos moradores da cidade de Itacoatiara. E, por se tratar de um processo dinâmico e ainda com poucos estudos, entende-se que a discussão sobre o tema não se encerra nesse trabalho e, portanto, faz-se necessário gerar dados e novos conhecimentos para se levantar questões mais profundas que instiguem o debate científico sobre essa dinâmica fluvial do rio Amazonas.

Palavras-chave: Dinâmica fluvial. Processos fluviais. Regime hidrológico. Planície de Inundação. Várzea.

RESUMEN

Una de las principales características del río Amazonas es que presenta importantes alteraciones en su cauce, resultado de un intenso proceso de desbarre de sus orillas (terrenos caídos) y de la formación de depósitos en su lecho, formando islas, barras laterales y centrales, entre otros. El resultado de la acción combinada de estos factores altera en diferentes escalas las riberas y el lecho de este río causando problemas de diversa índole a los ribereños dispersos por sus orillas y a los asentamientos humanos a nivel de comunidades, pueblos y ciudades. Itacoatiara se encuentra en la región noreste del Estado de Amazonas en un tramo cóncavo de la margen izquierda del río Amazonas, teniendo su origen urbano en una terraza fluvial más alta que la llanura cuaternaria y tiene una forma triangular y la parte superior plana con una altitud de 26 metros sobre el nivel del mar, su superficie es plana con pendiente suave en la dirección sur - norte, en el perímetro del sitio urbano. El presente trabajo tuvo como objetivo principal analizar los procesos fluviales y las alteraciones resultantes de esta dinámica y las implicaciones sociales de un tramo del curso medio del río Amazonas entre la Costa do Surubim/ Ciripá (aguas arriba), margen derecha del río Amazonas y la Ilha do Risco (aguas abajo) teniendo como centro del área de investigación la ciudad de Itacoatiara-AM. Por su posición natural, recibe el ataque casi frontal del río Amazonas, pero con poco compromiso de las acciones del gran río debido a la formación de rocas lateríticas que funcionan como un gran escudo geológico en toda la margen izquierda del entorno urbano. El método de interpretación utilizado es la Concepción Sistémica, basada en el análisis bibliográfico clásico y contemporáneo, además, complementado por la bibliografía regional y local, las mediciones batimétricas transversales del río Amazonas, el análisis de cartas náuticas, el régimen hidrológico y climático, la clasificación del suelo, la cobertura vegetal, el contexto histórico etimológico de la ciudad, y los impactos del último gran evento extremo en nuestro estado - la inundación del río Amazonas y sus impactos socioeconómicos en el municipio de Itacoatiara. En el laboratorio se utilizaron, entre otros, productos de teledetección (imágenes de satélite) y software libre. Después de la investigación realizada, se cree haber contribuido al avance y ampliación del conocimiento sobre la dinámica fluvial, sus agentes y mecanismos causantes de grandes cambios naturales en el paisaje y los impactos de estos fenómenos en la vida de los habitantes de la ciudad de Itacoatiara. Y, por tratarse de un proceso dinámico y aún con pocos estudios, se entiende que la discusión sobre el tema no termina en este trabajo y, por lo tanto, es necesario generar datos y nuevos conocimientos para plantear preguntas más profundas que instiguen el debate científico sobre esta dinámica fluvial del río Amazonas.

Palabras clave: Dinámica fluvial. Procesos fluviales. Régimen hidrológico. Llanura de inundación. Planicie de inundación.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ordenação lógica da fundamentação teórico-metodológico.....	19
Figura 2 - Sistema fluvial subdividido a partir de 3 zonas: 1. Produção de sedimentos, 2. Transferência de sedimentos e 3. Zona de deposição de sedimentos.	30
Figura 3 - Representação simplificada do sistema fluvial.....	31
Figura 4 - Sistema Fluvial a partir da abordagem Sistêmica	32
Figura 5 - Locais de amostragem físico-química da água na Bacia Amazônica e Estudos de ordem fluvial por bacia.....	40
Figura 6 - A distribuição dos tipos de rios na bacia amazônica.	41
Figura 7 - Confluência do Amazonas, de água branca, com o rio Negro, de água preta, o famoso “encontro das águas” a jusante de Manaus.....	42
Figura 8 - Aspecto da árvore sumaúma (<i>Ceiba petandra</i>).....	46
Figura 9 - Mapa de Localização.....	48
Figura 10 - Municípios de Itacoatiara inserido na Região Metropolitana Regional.	49
Figura 11 - Sede Municipal de Itacoatiara.....	50
Figura 12 - Mapa Geológico.....	51
Figura 13 - Mapa Geomorfológico.....	53
Figura 14 - Classificação geomorfológica da área de estudo e adjacências.	54
Figura 15 - Planície do rio Amazonas.	55
Figura 16 - Gráfico de Médias das Temperaturas Máximas, Mínimas e Precipitação em 2021, Itacoatiara, Am.....	57
Figura 17 - Gráfico de Frequência dos meses de cheia e vazante do rio Amazonas no porto de Manaus – Período1902 a 2012.	58
Figura 18 - Gráfico das Cheias e vazantes máximas observadas no porto de Manaus. Período 1903 a 2021.....	60
Figura 19 - Aspectos de floresta equatorial subperenifólia.....	61
Figura 20 - Aspectos da floresta equatorial higrófila de várzea. Furo do Arauató, margem esquerda do rio Amazonas, Itacoatiara – Am.	63
Figura 21 - Aspectos de vegetação pioneira de várzea - oiraneiras. Margem direita do rio Amazonas, em frente a cidade de Itacoatiara.	64
Figura 22 - Tipos fisionômicos de florestas existentes no município de Itacoatiara.....	64
Figura 23 - Pedra Pintada, símbolo histórico de Itacoatiara.	66
Figura 24 - Rochas na margem esquerda do rio Amazonas, porto do Jauari, proximidades do lugar popularmente chamado de “Lugar das Pedras”, Itacoatiara.	68
Figura 25 - Aspectos da influência do Rio Madeira na formação da barra lateral na Costa do Surubim e Ciripá.	73
Figura 26 - Em destaque, formação de barra lateral a montante da cidade de Itacoatiara – Costa do Surubim e Ciripá.....	75
Figura 27 - Barra lateral, influenciada por sedimentos oriundos do Rio Madeira.....	77
Figura 28 - Parte superior da barra lateral, costa do Surubim/Ciripá.....	77
Figura 29 - Sistema de aquisição de dados batimétricos.	79
Figura 30 - Local das medições batimétricas.	80
Figura 31 - Perfil transversal nº 1. rio Amazonas, a montante da cidade de Itacoatiara.	81
Figura 32 - Perfil transversal nº 2. rio Amazonas em frente a cidade de Itacoatiara.....	82
Figura 33 - Perfil transversal do rio Amazonas no final da cidade de Itacoatiara.....	83
Figura 34 - Porto público IP4 (novo), Itacoatiara.	84
Figura 35 - Recorte de Carta Náutica da Marinha - Itacoatiara.	84
Figura 36 - Presença de rochas lateríticas em frete da cidade de Itacoatiara.	86
Figura 37 - Presença de rochas na frente da cidade e fluxos turbulentos das águas.	87
Figura 38 - Cotograma - rio Amazonas em Itacoatiara, 1998 a 2021.	88
Figura 39 - Gráfico do nível do rio Amazonas, de janeiro a dezembro em Itacoatiara, 2021.....	89
Figura 40 - Quadro do total de famílias afetadas pela cheia na zona urbana de Itacoatiara em 2021.	91

Figura 41 - Mapa da representação cartográfica de áreas inundáveis da cidade de Itacoatiara-Am.	92
Figura 42 - Quadro de resposta da Assistência Social de Itacoatiara.	93
Figura 43 - Quadro do número de pessoas vítimas do evento extremo - Danos Humanos. .	94
Figura 44 - Moradias tomadas pelas águas na rua Rio Solimões, bairro Mamoud Amed, 2021.	96
Figura 45 - Desobstrução no sentido transversal na Rua Estada Stone – Bairro do Jauari..	98

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Médias das cotas de cheia e vazante no porto de Manaus por décadas. 59	
Tabela 2 - Dados de medições físico-químicas e de material em suspensão (MES: miligrama por litro) de alguns rios Amazônicos, no ano de 1998.73	
Tabela 3 - Prejuízos relacionados à agricultura e pecuária no município de Itacoatiara durante a grande cheia de 2021.....95	
Tabela 4 - Criadores e animais atingidos pela grande cheia em 2021.....96	

LISTA DE SIGLAS

ADCP	Acoustic Doppler Current Profiler
ANA	Agência Nacional de Águas
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DCI	Defesa Civil de Itacoatiara
DGI	Divisão de Geração de Imagens
DNOS	Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAPEAM	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas
GPS	Sistema de Posicionamento Global
HiBAm	Hidrologia e Geoquímica da Bacia Amazônica
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INDE	Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IRD	Institut de Recherche Pour le Développement – Hydrologie
MEC	Massa Equatorial Continental
SEINFRA	Secretaria de Estado e Infraestrutura
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SUDAM	Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia
UEA	Universidade do Estado do Amazonas
UFAM	Universidade Federal do Amazonas
USGS	U.S. Geological Survey
UTM	Universal Transversa de Mercator

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	16
CAPÍTULO I: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	19
1 Subsídios teórico-conceituais sobre a Geomorfologia Fluvial	20
1.1 A Concepção Sistêmica	22
1.2 A abordagem sistêmica na Geografia Física.....	25
2 O Sistema Fluvial.....	29
2.1 Dinâmica Fluvial.....	34
2 A bacia hidrográfica amazônica	36
3 Os tipos de rios do Sistema Fluvial Amazônico.....	38
4. O rio Amazonas	44
4.1. A formação da planície de inundação do rio Amazonas – várzea.	45
CAPÍTULO 2: A CIDADE DE ITACOATIARA NO CONTEXTO DO RIO AMAZONAS.....	48
1 Localização da área de estudo	48
2. Componentes naturais da paisagem - aspectos fisiográficos.....	51
2.1 Geologia	51
2.2 Geomorfologia	52
2.3 Regime climático e hidrológico.....	55
2.4 Cobertura vegetal	61
3 A cidade de Itacoatiara – aspectos históricos.....	65
3.1 Etimologia.....	65
3.2 Fundação de Itacoatiara.	66
CAPÍTULO 3: RESULTADOS E DISCUSSÕES SOBRE OS ASPECTOS DA DINÂMICA FLUVIAL E AS IMPLICAÇÕES PARA A CIDADE DE ITACOATIARA – AM.....	70
1 Aspectos do rio Amazonas a montante e jusante da cidade de Itacoatiara.....	70
2 A influência do rio Madeira no trecho do estudo.	71
3 A formação recente de uma grande barra lateral - depósito de canal - a montante da cidade: possíveis alterações no fluxo do rio Amazonas e risco à navegação.	74
4 A geometria do rio Amazonas a montante e jusante da cidade de Itacoatiara	78
4.1 Os perfis batimétricos transversais do trecho estudado – Método de coleta de dados... 79	
5 Itacoatiara: uma cidade protegida pelas rochas lateríticas do ataque das fortes correntes turbulentas.....	85
5.1 As cheias do rio Amazonas e as implicações para as populações periféricas da cidade de Itacoatiara.....	88
6 Eventos Extremos – o caso da cheia excepcional de 2021 e as implicações socioeconômicas para os moradores de Itacoatiara	90
6.1 Avaliação dos danos humanos/ambientais e prejuízos econômicos público e privados em Itacoatiara.....	90
CONSIDERAÇÕES FINAIS	100
REFERÊNCIAS	103
ANEXOS.....	109
ANEXO I. Lei nº283 de 25 de abril de 1874.	109
ANEXO II. localização de Serpa no rio Abacaxis afluente da margem direita da bacia do Madeira.....	110

INTRODUÇÃO

*Um rio, antes de uma origem, tem uma herança.
Leopold, Wolfman e Miller, 1957*

A Geomorfologia analisa as formas de relevo e suas características morfológicas, materiais componentes, processos atuantes e fatores controladores, bem como a dinâmica evolutiva global e regional.

Neste sentido, a Geomorfologia Fluvial é o setor que merece amplas considerações, e ela se beneficia em muito dos conhecimentos hidrológicos.

Christofolletti (1981), menciona que o estudo ganha relevância por auxiliar e compreender o modelado terrestre, que surge como elemento do sistema ambiental físico e condicionalmente para as atividades humanas e organizações espaciais existentes no ambiente em estudo.

A literatura especializada faz referência à importância histórica que os rios tiveram na organização do espaço geográfico. Cunha (1996) por exemplo, destaca o caráter condicionante que os rios tiveram na própria vida humana em as grandes civilizações se desenvolveram nas margens dos grandes rios. Para Carvalho (2012) na Amazônia esse caráter condicionante a que se refere Cunha (op. cit.) é maior ainda pois toda comunicação que aconteciam nessa imensa região se davam pelos rios. Embora a partir de meados do século XX já comece a surgir estradas e a comunicação via aérea, os rios ainda são de longe as principais vias de comunicação.

Analisando o processo histórico de distribuição dos povoados e posterior formação das cidades, observa-se que até meados do século XX todas as cidades do estado do Amazonas eram ribeirinhas. No entanto, essas cidades localizadas nas margens dos rios de água branca sofrem mais com a dinâmica fluvial pois nos mesmos essa dinâmica é mais intensa do que nos rios de água preta e clara.

Associado aos elementos físicos, a dinâmica fluvial se apresenta como fator natural expondo aspectos de modificações e implicações socioambientais e socioespaciais em Itacoatiara, cidade localizada no curso médio e à margem esquerda do rio Amazonas, parte côncava do perfil de meandro onde ocorre a zona de baixa

erosão, algumas variáveis se apresentam como elementos para possíveis abordagens, como os aspectos da Geologia e da Geomorfologia.

Esse projeto de pesquisa se estruturou a partir de questionamentos internos que puderam ser evidenciados de acordo com a demanda em estudo, e sua importância para a cidade de Itacoatiara -Am.

Partindo dessa premissa, procuramos responder algumas situações problemas nesta pesquisa: como a dinâmica fluvial está interferindo na vida da população da cidade de Itacoatiara? Qual a importância da formação geológica e geomorfológica para o sítio Itacoatiara?

O objetivo geral desse estudo é compreender a importância da dinâmica e dos processos fluviais que ocorrem no leito do rio Amazonas, no trecho a montante (Costa do Surubim/Ciripá e Costa da Maquira) e jusante da cidade de Itacoatiara-AM (Ilha do Risco) e as possíveis implicações dessa dinâmica para a cidade de Itacoatiara e para as populações adjacentes.

Para atingir o objetivo geral dessa pesquisa foi proposto os seguintes objetivos específicos: 1. Explicar teoricamente a Geomorfologia Fluvial e seus aspectos na caracterização do Sistema e Dinâmica Fluvial no trecho estudado. 2. Demonstrar por meio de batimetria o leito do rio Amazonas para a geometria do canal, correlacionado com os processos fluviais nos trechos a montante e jusante da cidade de Itacoatiara; 3. Investigar as alterações ocorridas no referido trecho estudado do rio Amazonas como resultado dos processos fluviais e da dinâmica fluvial; 4. Entender as relações entre os aspectos físicos e humanos e suas interações sistêmicas na cidade de Itacoatiara.

A necessidade de entender a Geomorfologia Fluvial e em especial os elementos que contemplam a dinâmica fluvial do rio Amazonas nos trechos a montante (Costa do Surubim/Ciripá e Costa da Maquira) e jusante da cidade de Itacoatiara-AM (Ilha do Risco) e a importância deste estudo se justifica pela abordagem dos impactos socioambientais no local de estudos; pela compreensão dos processos físicos que compõe a Geomorfologia Fluvial; a compreensão da dinâmica fluvial; carência de pesquisas sobre o tema e relevância do trecho para o transporte fluvial nas proximidades da cidade de Itacoatiara – Am.

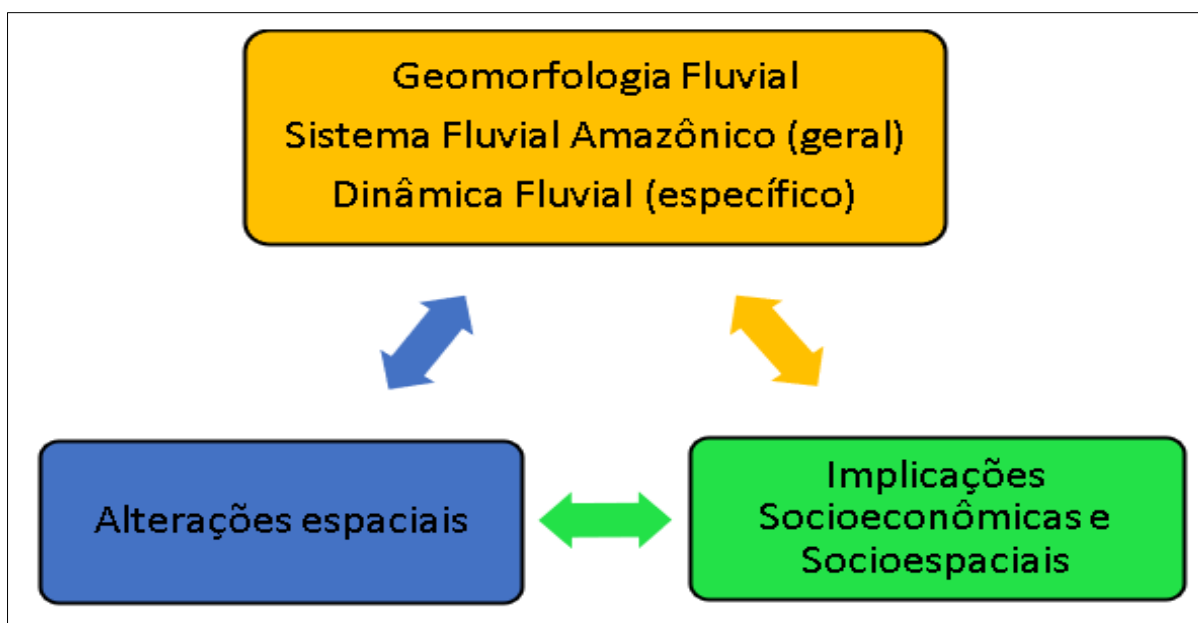
O trabalho foi dividido em três capítulos. No primeiro capítulo foram apresentados alguns dos principais conceitos relacionadas a Geomorfologia Fluvial, Concepção Sistêmica e sua abordagem na Geografia Física, e a Dinâmica Fluvial como abordagem específica dentro do Sistema Fluvial. Também foram abordados conceitos sobre o sistema fluvial amazônico, os tipos de rios do sistema fluvial amazônico, a planície de inundação do sistema. os processos fluviais nos rios de água branca e o regime hidrológico do rio Amazonas. No segundo capítulo foi apresentada uma abordagem sobre os aspectos gerais da área de estudo no âmbito físico, destacando a formação geológica e geomorfológica, bem como a bacia hidrográfica amazônica, o rio Amazonas, a formação da planície de inundação. Foi abordado, também, os aspectos gerais da cidade de Itacoatiara como: etimologia, a história, e os aspectos socioeconômicos. No terceiro capítulo foi apresentado alguns aspectos do rio Amazonas a montante e jusante da cidade de Itacoatiara, a influência do rio Madeira no trecho de estudo, a formação recente de um grande depósito de canal a montante da cidade e possíveis alterações no fluxo do rio Amazonas e risco à navegação, a geometria do canal a montante e jusante da cidade de Itacoatiara através dos perfis batimétricos transversais do trecho estudado, em três pontos específicos, a presença das rochas lateríticas que servem como proteção contra o ataque das fortes correntes turbulentas em Itacoatiara “cidade” e as implicações do regime de cheia para as populações periféricas da cidade de Itacoatiara.

No campo da ciência geográfica a temática nos possibilitou trabalhar a Geografia numa perspectiva sistêmica, multidimensional, complexa e globalizante (MORIN, 2002), diminuindo assim a lacuna entre Geografia Física e Geografia Humana, ou melhor, entre sociedade e natureza em Itacoatiara – Am.

CAPÍTULO I: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para a fundamentação teórico-metodológica e sistemática deste estudo foram apresentados alguns dos argumentos acerca da problemática em questão, tanto na literatura contemporânea quanto na literatura clássica. O método de abordagem se deu a partir dos Princípios Sistêmicos, por entender que a natureza se realiza através da constante busca pelo equilíbrio e interatividade, conexões e em alguns aspectos, infinita. Deste modo, o problema da pesquisa será analisado e discutido pelo método sistêmico, como forma de correlacionar e compreender os conceitos inerentes às categorias de análise pertinentes ao problema da pesquisa articuladas no fluxograma a seguir com as referidas categorias (Figura 1).

Figura 1 - Ordenação lógica da fundamentação teórico-metodológica.



Org. Francivan Dias, 2020.

Partindo dessa premissa, os questionamentos e abordagem sobre os aspectos conceituais integrantes da Geomorfologia Fluvial e sua estrutura de análise terão o enfoque como pré-requisitos essenciais para construir a pesquisa e alcançar seu objetivo principal.

1 Subsídios teórico-conceituais sobre a Geomorfologia Fluvial

A geomorfologia fluvial coloca-se, na atualidade, entre os setores mais dinâmicos desse campo científico, que engloba o estudo das bacias hidrográficas e dos canais fluviais (SUGUIO e BIGARELLA, 1990; CUNHA, 1996; NOVO, 2008). A dinâmica e as formas topográficas resultantes dessa ação sempre chamaram atenção dos estudiosos do passado e do presente. Neste sentido, enquanto o estudo dos cursos d'água se detém nos processos fluviais e nas formas resultantes do escoamento das águas, o estudo das bacias considera as principais características das bacias hidrográficas que condicionam o regime hidrológico, como aspectos geológicos, formas de relevo e processos geomorfológicos, características hidrológicas, biota e uso e ocupação do solo (CUNHA, 1996). Os rios constituem os mais importantes agentes no transporte dos materiais intemperizados das áreas elevadas para as mais baixas e dos continentes para o mar, essa importância é capital entre todos os processos morfogenéticos (CHRISTOFOLETTI, 1981).

É uma importante subárea da geomorfologia, pois sua finalidade é o estudo dos rios e das bacias hidrográficas, caracterizando como uma das seções mais dinâmicas dos estudos geomorfológicos. Com o desenvolvimento da geomorfologia surgiu também o interesse pelos cursos d'água e padrões de drenagem, devido a importante influência sobre os processos geomorfológicos e como elemento fundamental para a vida humana (CHRISTOFOLETTI, 1981).

Neste contexto, insere em seus estudos, os processos e formas relacionadas ao escoamento dos cursos d'água para, a partir do conhecimento das características morfológicas e dos componentes responsáveis pela configuração natural dos rios, extrair conclusões sobre seu estado, sempre embasado em elementos de base científica.

Os principais fatores que condicionam os processos de erosão, transporte e sedimentação nos rios, são: a velocidade da corrente, as características físicas dos sedimentos, especificamente o seu tamanho, densidade e forma, a existência de acidentes ou obstáculos no leito, e as variações de vazão do rio, que por sua vez, estão diretamente relacionados com as variações climáticas (CHRISTOFOLETTI, 1980)

Os movimentos de materiais dentro de bacias hidrográficas e, principalmente, dentro do canal e da planície de inundação é o foco da geomorfologia fluvial. A morfologia do canal e das planícies de inundação são resultado do movimento e armazenamento dos sedimentos, dados relacionados aos processos fluviais: erosão, transporte e deposição de sedimentos.

Os canais fluviais, apesar de se constituir em uma pequena parcela da paisagem total, possuem um significado que supera sua extensão em área. Um canal fluvial em um único local reflete a geologia, biologia, clima e hidrologia de uma bacia de drenagem que pode se estender por centenas de quilômetros a montante.

A Geomorfologia Fluvial é o campo da Geomorfologia que se dedica a estabelecer relações entre os processos de erosão e deposição resultante do escoamento da água em canais fluviais e as formas de relevo dele derivado. Portanto, a Geomorfologia Fluvial focaliza suas questões nos processos que dão origem às formas relacionadas ao escoamento dos rios (NOVO, 2008).

Os estudos da dinâmica fluvial são essenciais, não somente para compreender a evolução das paisagens geográficas, mas também como meio para estabelecer o controle dos processos acelerados de erosão, transporte e sedimentação. E é neste sentido que alguns questionamentos deste estudo tentaram evidenciar nas adjacências da cidade de Itacoatiara mais precisamente no trecho do rio Amazonas a montante e jusante da cidade.

A geomorfologia fluvial tem muito a oferecer para a gestão dos sistemas fluviais complexos.

Nos últimos tempos, as atividades humanas têm aumentado seus efeitos sobre todos os tipos de ambientes e por conseguinte na geomorfologia fluvial, induzindo modificações, ou modificando diretamente os canais fluviais. Exemplos destas modificações estão nas obras de engenharia, para proteção de margens e controle de vazão. Esses tipos de intervenções em ambientes fluviais acarretam transformações em todos os componentes da paisagem e, não raramente, acabam prejudicando o próprio homem.

A compreensão da geomorfologia fluvial contribui para racionalizar as questões que envolvem a manutenção do canal ou a requalificação de rios, concentrando-se

sobre as implicações das medidas propostas na forma do canal e na estabilidade dos rios.

1.1 A Concepção Sistêmica

O Pensamento Sistêmico é uma forma de abordagem da realidade que surgiu no século XX, em contraposição ao pensamento – reducionista/mecanicista – herdado dos filósofos da Revolução Científica do século XVII, como Descartes, Francis Bacon e Newton.

A abordagem sistêmica teve sua origem em meados do século XX, pelo biólogo austríaco Ludwig von Bertalanffy¹ membro do Círculo de Viena², que formulou a “Teoria Geral dos Sistemas”, que sistematizou essa discussão paradigmática na década de 1930 publicada somente em 1945, ao final da Segunda Guerra (GAMA e HADLICH, 1995).

Um sistema é um conjunto de elementos interconectados harmonicamente, de modo a formar um todo organizado. É uma definição que acontece em várias disciplinas, como biologia, medicina, informática, administração. Todo sistema possui um objetivo que define seu tipo de inserção no meio ambiente (FUINI, 2011).

Epistemologicamente o vocábulo “*sistema*” deriva do latim – “*systema*” e possui duas vertentes de aplicação para o termo, o real e o conceitual. Por definição, é um conjunto ordenado de componentes interligados e em constante interação, formam um todo unitário complexo. Distintos elementos estabelecem relações entre si à medida em que o estado de um depende ou condiciona o estado do outro (GONDOLO, 1999).

Essa teoria caracteriza-se por apresentar um entendimento dos sistemas ambientais abertos, fechados e isolados. Sobre isso, aponta-se que:

¹ Biólogo austríaco. Foi o criador da teoria geral dos sistemas. Desenvolveu a maior parte do seu trabalho científico nos Estados Unidos. Bertalanffy fez os seus estudos em biologia e interessou-se desde cedo pelos organismos e pelos problemas do crescimento.

² O Círculo de Viena (em alemão Wiener Kreis) foi o nome como ficou conhecido um grupo de filósofos que se juntou informalmente na Universidade de Viena de 1922 a 1936 com a coordenação de Moritz Schlick. Também foi chamado de “Sociedade Ernst Mach” (Verein Ernst Mach) em homenagem a Ernst Mach (Stanford Encyclopedia of Philosophy). Em reuniões semanais procuravam reconceitualizar o Empirismo a partir das novas descobertas científicas e demonstrar as falsidades da Metafísica. Suas atividades cessam quando Schlick é assassinado por um fanático nazista em 1936.

Sistemas Abertos: o organismo vivo seria um exemplo de sistema aberto, o qual realiza constante troca de energia com seu meio ambiente (se inter-relaciona), além de troca de informação e matéria a fim de evitar sua decadência; pode alcançar um estado constante de equilíbrio no tempo, desde que sob certas condições, mas o processo continua, e o sistema nunca chegará a um descanso; terá a propriedade de equifinalidade, ou seja, quando ocorrer um estado constante e independente de tempo, esse estado será independente das condições ditas iniciais e dependerá apenas das condições desse sistema. Como exemplo o autor cita os ritmos de transporte e as reações. **Sistemas Fechados:** de acordo com o 2º princípio da termodinâmica, “eventualmente” para alcançar um estado de equilíbrio, no qual este sistema deverá permanecer constante no tempo e os processos param, ou seja, tal sistema não apresenta as características do aberto, não se relaciona com seu meio ambiente, logo chegará a sua própria destruição; neste sistema é impossível a equifinalidade; também se desenvolve na direção de estados ditos de máxima entropia, ou seja, em estados de probabilidade de desordem crescente, impossível no meio ambiente vivo, pois neste a evolução se desenvolve em estados de maior ordem o que é tratado como “anamorfose”. (BERTALANFFY, 1993).

E segue Bertalanffy (1993), que o sistema aberto teria tendência a se manter em evolução, por meio de fluxo contínuo de mudanças. Apresenta-se as primeiras características entre os sistemas fechados e abertos, com base na Teoria dos Sistemas.

Para Carvalho, na geomorfologia fluvial:

Uma bacia de drenagem ou 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. É um sistema complexo que comporta múltiplos níveis de organização; é também um sistema dinâmico pois está em contínua mudança no tempo (CARVALHO, 2012, p. 21).

Neste sentido, um sistema, em toda sua concepção consiste em componentes, partes e elementos - embora também possam ser vistos como subsistemas - e as relações entre eles. A integração entre tais componentes pode se dar por fluxos de matéria, energia e informação. O sistema pode ser visto como uma unidade complexa organizada que se manifesta fenomenalmente enquanto todo no tempo e no espaço.

De acordo com (CAPRA 2014, p. 36.);

Por volta da década de 30, a maior parte dos critérios de importância-chave do pensamento sistêmico tinha sido formulada pelos biólogos orgânicos, psicólogos da Gestalt e ecologistas. Em todos esses campos, a exploração

de sistemas vivos — organismos, partes de organismos e comunidades de organismos — levou os cientistas à mesma nova maneira de pensar em termos de conexidade, de relações e de contexto. Esse novo pensamento também foi apoiado pelas descobertas revolucionárias da física quântica nos domínios dos átomos e das partículas subatômicas.

Para (BERTALANFFY 1993, p. 61), que se dedicou a substituir os fundamentos mecanicistas da ciência pela visão holística diz o seguinte:

A Teoria Geral dos Sistemas é uma ciência geral de 'totalidade', o que até agora era considerado uma concepção vaga, nebulosa e semimetafísica. Em forma elaborada, ela seria uma disciplina matemática puramente formal em si mesma, mas aplicável às várias ciências empíricas. Para as ciências preocupadas com "totalidades organizadas", teria importância semelhante àquela que a teoria das probabilidades tem para as ciências que lidam com "eventos aleatórios".

Em foco, o debate sobre a conexidade, suas relações e suas contextualizações, tudo apoiado pelas novas descobertas da física quântica que revolucionou o processo nos domínios dos átomos e das partículas subatômicas. É importante e fundamental expor de maneira criteriosa tais descobertas, pois um pouco à frente, esses modelos de pensamento viriam a ser incorporados ou apropriados por outras áreas do conhecimento científico.

Neste sentido, vale apenas ressaltar que todos os critérios do pensamento sistêmico se apresentam interdependentes, tal qual acontece na natureza bruta, com interconexões relacionais, sendo posto à análise e possíveis identificações de padrões específicos de acordo com os objetivos que por hora se apresentam, ficando a critério do observador humano e de seu grau de conhecimento.

Apresenta-se um questionamento de certo modo muito complexo quando Capra (2014, p. 39), "Se tudo está conectado com tudo o mais como podemos esperar entender alguma coisa?". O autor demonstra uma certa preocupação no que diz respeito à análise da abordagem sistêmica, pois, para entender ou explicar qualquer um deles (os fenômenos naturais), temos que conhecer as particularidades de cada um, inicialmente impossível.

Os conceitos chave da teoria de Ludwig foram o sistema aberto e a aplicação da teoria geral de sistemas como um movimento científico, gerando metodologias

como a engenharia de sistemas, análise de sistemas e dinâmica de sistemas, entre outras.

É necessário compreender que uma das características dos sistemas é a sua busca auto organizadora, isto é, todo sistema é complementar e compensatório, sempre buscando sua homeostase (condição de relativa estabilidade), sua reorganização, mesmo que disfuncional. Quando existe a mobilidade de uma parte do sistema, o todo é afetado. Não existindo a conexão, o risco de resultados negativos é muito alto.

Quanto mais estudamos os principais problemas de nossa época mais somos levados a perceber que eles não podem ser entendidos isoladamente, (CAPRA, 2014). Segundo o autor, todos os problemas existenciais são sistêmicos, portanto, interligados e interdependentes. Em linhas gerais, todos os problemas relacionados à sociedade humana e natureza e seus fenômenos em pequena, média e grande escala, fazem parte de uma análise sistêmica em sua magnitude temporal e espacial. Isso se aplica em análises e estudos da geomorfologia fluvial onde os fatores naturais conjugam-se interdependentes e interligados, não isolados.

1.2 A abordagem sistêmica na Geografia Física

Dentro da perspectiva de interpretação e entendimento da Geografia Física, em especial a Geomorfologia Fluvial, é necessário fazer um direcionamento às teorias existentes como o conceito de complexidade, teoria do caos, fractais entre outros, correlacionando com a análise sistêmica.

A busca por explicações sobre a ciências geográfica dentro de uma abordagem teórico sistêmica, pode ter sua aplicação embasada em aspectos relevantes e de grande importância para seu entendimento em particular, compreender as aplicações desta teoria nos estudos dos ambientes físicos e sociais na ciência geográfica, ponderando-se sobre a possibilidade de, a partir deste arcabouço, se reativar o princípio da interdisciplinaridade enquanto demanda do mundo globalizado e imposto às ciências em âmbito geral.

Christofolletti (2002, p. 92), considera os “elementos componentes do *“sistema”*”, os *“inputs”* e *“outputs”*, fatores importantes na dinâmica de um sistema de drenagem. Para o autor os elementos componentes do sistema são: “A cobertura vegetal, a superfície topográfica, os solos e os aquíferos subterrâneos”. Enquanto que a precipitação responde pelos *“inputs”* e os demais processos como a evapotranspiração, fluxos induzidos e as transferências Inter bacias respondem pelos *“outputs”*, a saída.

A presença da abordagem sistêmica na ciência geográfica, evidencia novas perspectivas de compreensão e entendimento dos pormenores da construção do conhecimento geográfico. Não excluindo os problemas sociais e sua conexão com a natureza que é base fundamental para tal compreensão.

O sistema possui algo mais do que seus componentes considerados de maneira isolada ou justaposta: - sua organização; - sua própria unidade global, o todo e, - as qualidades e propriedades novas emergindo da organização e da unidade global. (MORIN, 2003, p. 136).

De posse dessas informações, é evidente a necessidade de fazer a conectividade interativa de uma nova forma de pensar a Geografia Física e de que forma se há de interpretá-la, partindo de pressupostos direcionados aos elementos que contemplam. A Geomorfologia fluvial dispõe de tais elementos, exemplo; é o estudo de uma bacia hidrográfica, seu universo e complexidades.

É muito importante, tratar de um dos principais cientistas da era moderna que apresenta uma discussão em torno do pensamento complexo que é Edgar Morin³, ele, a partir da década de 1970 vem abordando com muita profundidade estudos relevantes e com muita solidez seus trabalhos vem impactando novas perspectivas de análises e interpretações com o embasamento da complexidade como foco principal de sua teoria. Morin (2002, p.20) afirma que:

³ É considerado um dos principais pensadores contemporâneos e um dos principais teóricos do campo de estudos da complexidade, que inclui perspectivas anglo-saxônicas e latinas. Sua abordagem é conhecida como "pensamento complexo" ou "paradigma da complexidade". Morin não se identifica como "teórico da complexidade" nem pretende limitar seus estudos às chamadas "ciências da complexidade". Ele distingue entre perspectivas restritas, limitadas, e amplas ou generalizadas da complexidade (MORIN, 2005).

Busca-se um pensamento único e complexo para a ciência, pois alega que a ciência compartimentada torna impossível o conhecimento do conhecimento, ou ainda, que neste paradigma de ciência segregado em disciplinas “o progresso dos conhecimentos constitui ao mesmo tempo um grande progresso do desconhecimento.

O autor, afirma ainda que “a complexidade é a união da simplicidade e da complexidade: é a união dos processos de simplificação que são a seleção, a hierarquização, a separação, a redução, com os outros contra processos que são a comunicação, a articulação do que está dissociado e distinto” (MORIN, 2002, p. 103). O autor propõe um pensamento abrangente e amplo com possibilidades e amplitudes cada vez maiores no que diz respeito ao entendimento das formas, fenômenos e objetos existentes na sua completude e sua complexidade – resumindo – sua compreensão como um todo completo e organizado.

E o autor vai além quando responde à pergunta sobre o que é complexidade?

A um primeiro olhar, a complexidade é um tecido (complexus: o que é tecido junto) de constituintes heterogêneas inseparavelmente associadas: ela coloca o paradoxo do uno e do múltiplo. Num segundo momento, a complexidade é efetivamente o tecido de acontecimentos, ações, interações, retroações, determinações, acasos, que constituem nosso mundo fenomênico. (MORIN, 2006 – p. 13)

Apresenta-se aqui as inquietudes, os emaranhados, da desordem, das incertezas, das ambiguidades, enfim, tudo que se possa questionar e fazer novos levantamentos conceituais no que tange a esfera do pensamento complexo. Para a Geografia Física isso se apresenta como possibilidade de explicações e respostas sobre o universo de sua construção científica. Por isso o conhecimento necessita ordenar os fenômenos rechaçando a desordem, afastar o incerto, isto é, selecionar os elementos da ordem e da certeza, precisar, clarificar, distinguir, hierarquizar (...), Morin, (2006 – p. 13).

Fica evidente que não se pode renunciar a todo o arcabouço teórico e metodológico que a Teoria Geral dos Sistemas vem apresentando, especificamente ao conhecimento geográfico, tendo em vista que existe muitas incertezas sobre seu (s) objeto (s) de estudo e de que forma ou maneira os processos metodológicos e suas aplicabilidades são constituídos e estudados.

Segundo Fuini, (2011, p. 48);

Na literatura em língua portuguesa uma das grandes contribuições na área foi feita por Antônio Christofolletti (1979), elaborando a obra *Análise de Sistemas em Geografia*. Apresentando os conceitos básicos da teoria dos sistemas, o autor focaliza diversos itens da abordagem sistêmica e realiza útil levantamento bibliográfico sobre a questão.

Todos os aspectos relevantes ao estudo da Geografia vêm sendo abordado com muito afinco há bastante tempo e com muita ênfase em todo seu conjunto.

Segundo Santos (2002), a análise dos sistemas, há pelo menos vinte anos, tem sido utilizada pelas ciências humanas, sendo a Geografia uma das últimas ciências a fazer uso deste instrumental metodológico.

Fuini (2011, p. 45) afirma que;

Neste contexto, transitando de Morin (2003) para Christofolletti (1979) e Santos (1992, 2002, 2003), pode-se concluir que os sistemas e as teorias sistêmicas funcionam como instrumentais bastante valiosos no sentido de fazer convergir os “elementos”, “atributos” e “relações” de um sistema, seja físico, social, econômico, em um todo organizado. E, tratando-se do espaço geográfico como uma totalidade organizada em “paisagens”, “territórios”, “regiões” e “lugares” diversos, mais coerente se torna a hipótese aqui aventada que “interdisciplinaridade” e os “sistemas” se reforçam mutuamente quando aplicados ao conhecimento do espaço geográfico, em sua forma, função, estrutura e processo.

Neste sentido, a teoria da Complexidade associada à Concepção Sistêmica, podem auxiliar no desenvolvimento sistemático e na ampliação da compreensão e de seus atributos que fazem parte do complexo estudo da Geográfica Física, em todas as escalas de análise organizacional temporal e espacial.

A partir de análises de algumas ciências, uma bacia hidrográfica, no aspecto conceitual da complexidade, pode ser entendida de forma diferenciada entre suas áreas de conhecimento. Dentro dos sistemas dinâmicos complexos, a ideia de complexidade entende que a paisagem tem uma história e cada sistema apresenta uma identidade. Entre os temas ligados a Geomorfologia Fluvial, o perfil longitudinal foi o que mereceu a maior atenção aos estudiosos desse ramo da Geomorfologia.

2 O Sistema Fluvial

Segundo Stevaux e Latrubesse (2017), um sistema pode ser resumidamente definido como um conjunto de partes que se inter-relacionam. Originalmente, essa definição tem como autor principal Von Bertalanffy (1950), que permite a aplicação do conceito a um conjunto abrangente de fenômenos que podem ocorrer tanto em sistemas físicos ou concretos, dentre estes, o sistema fluvial, tomando como exemplo no aspecto físico. Tal concepção se afirmou na Teoria Geral dos Sistemas, criada pelo mesmo autor na década de 1940. A proposição fundamenta-se no conceito de que sistema possui três ingredientes fundamentais: elementos, estados e relações entre estados e elementos.

Stevaux e Latrubesse (2017, p. 20) comentam que:

Um sistema aberto caracteriza-se pela troca de energia e massa com o exterior, ao passo que um sistema fechado ocorre somente a troca de energia. A *entrada (input)* de massa e/ou energia é considerada função controladora do sistema. A *transferência (throughput)* de massa e/ou energia cria as ligações ou relações entre os elementos do sistema, que se dão por meio de processos. Na *saída (output)*, a depender das condições existentes, a massa e/ou a energia podem simplesmente deixar o sistema sem alterá-lo ou podem criar um novo estado.

Os autores complementam que um elemento do sistema pode, em um determinado nível (espacial ou temporal), ser considerado um sistema em si, ou seja, existe uma série de sistemas (ou elementos) relacionados hierarquicamente entre si. Exemplo prático, neste sentido, é uma bacia hidrográfica de primeira ordem que pode ser estudada como um sistema ou construir um elemento de um sistema de uma bacia de ordem superior.

Para Schumm (1977) O sistema fluvial pode ser subdividido em três zonas com base nos processos dominantes que operam. Dentro de cada zona pode ser compreendido como a zona fonte de sedimentos, a rede de transporte e os sítios de deposição (Figura 2), que eles interagem entre si a partir de diferentes escalas.

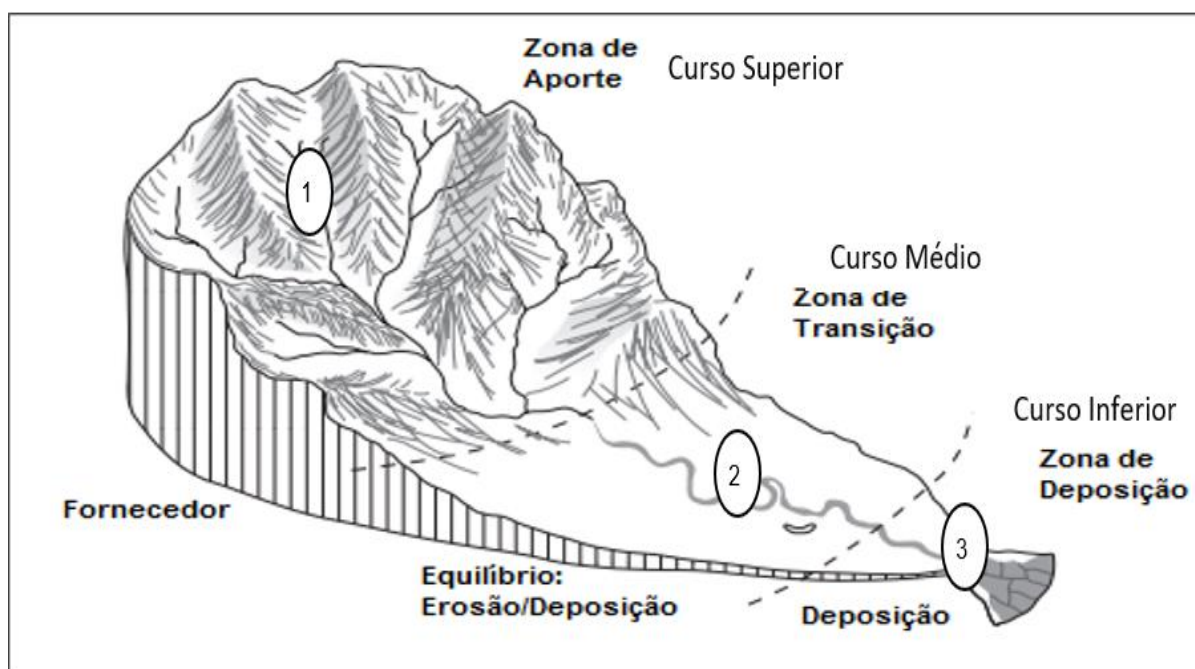
Esses elementos não são espacialmente excludentes. Para entender esse sistema é importante relacioná-lo com uma série de fatores e variáveis, como: o comportamento dos rios, a contribuição de água, o tipo e quantidade de sedimentos,

os aspectos climáticos e geológicos e o uso da terra e a cobertura vegetal, esses fatores agem diretamente na dinâmica fluvial.

Do ponto de vista da alimentação e gradiente de um rio a compreensão se dá na seguinte maneira:

A primeira - *zona de aporte* - refere-se a área de produção ou fonte de sedimentos constituintes da bacia de drenagem o ambiente fornecedor. Zona das cabeceiras, na qual predominam os processos erosivos, resultando na produção de sedimentos, matérias orgânicas e minerais dissolvidas deslocadas para jusante.

Figura 2 - Sistema fluvial subdividido a partir de 3 zonas: 1. Produção de sedimentos, 2. Transferência de sedimentos e 3. Zona de deposição de sedimentos.



FONTE: Charlton (2008), adaptado de Schumm, (1977). Org. Francivan Dias, 2022.

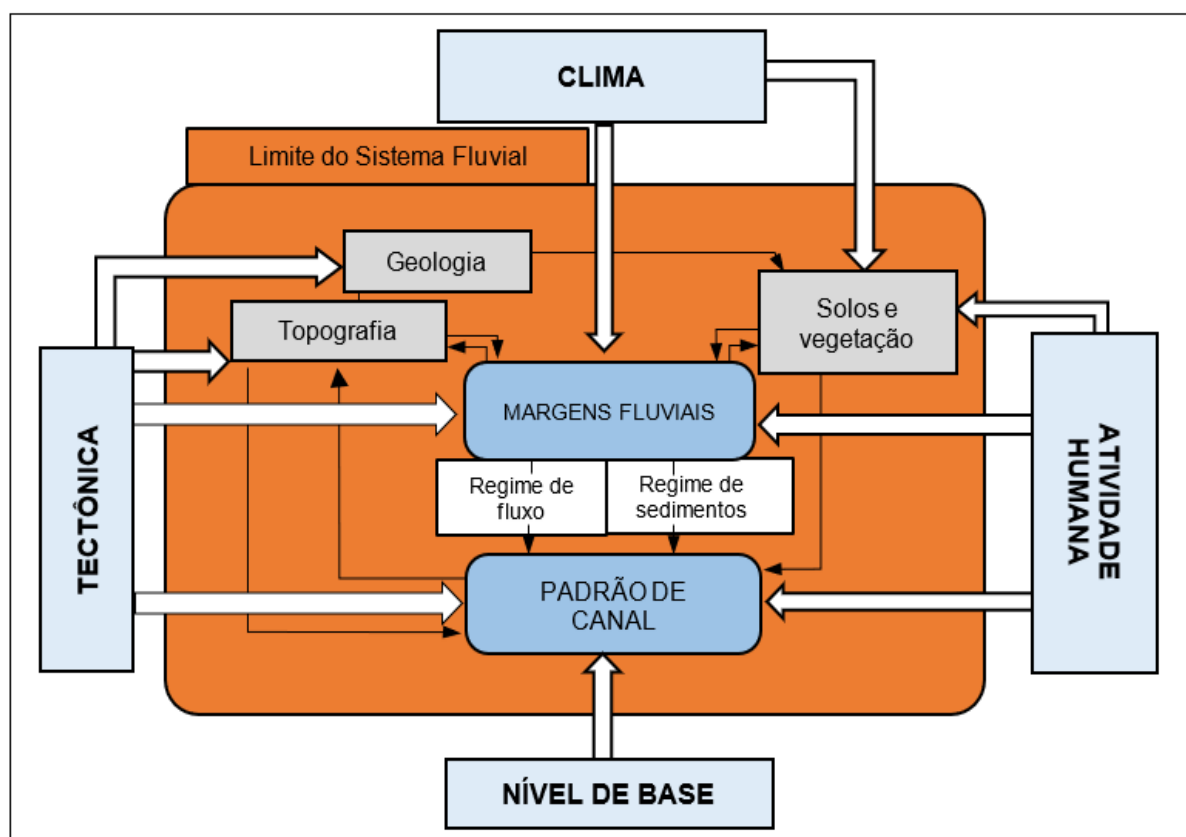
A segunda - *zona de transferência* – também entendida como zona de transição, transporte ou transferência de sedimentos, área que apresenta um certo equilíbrio entre erosão e deposição. É a zona em que a planície aluvial apresenta maiores extensões, na qual as cargas de sedimentos de entrada “*input*” e de saída “*output*” podem se igualar.

E finalmente a terceira – *zona de deposição* - que corresponde aos sítios de deposição dos sedimentos oriundos das zonas à montante, podendo ser um leque aluvial, delta ou em águas profundas. Essa relação é a responsável pelas feições da

cor, densidade, forma das margens, bem como das formas de apropriação e uso antrópico delas – a foz.

Considerando que o estado de um sistema é o conjunto de propriedades que o caracteriza num dado instante de tempo e que os limites superiores e inferiores de um sistema tendem ao infinito, uma representação esquemática de um sistema fluvial é dada pela (Figura 3)

Figura 3 - Representação simplificada do sistema fluvial



FONTE: Modificado de Charlton (2008). Org. Francivan Dias, 2022.

Observando a Figura 3, nota-se que a natureza hierárquica do sistema fluvial possibilita que as variáveis que atuam em escalas maiores exerçam influência sobre as variáveis que atuam em escalas menores dentro do sistema. Assim, o clima como variável externa afeta a cobertura vegetal e provoca erosão nas encostas fluviais, que por sua vez determina o aporte de sedimentos, o que posteriormente vai influenciar no padrão de canal. Esse comportamento, todavia, não ocorre num só sentido, pois os fluxos mantêm-se em constante interação (MARQUES, 2016).

Algumas variáveis internas têm maior grau de independência pois elas só são afetadas de forma limitada pelo sistema fluvial. Essas variáveis, segundo Charlton (2008), são a geologia, os solos, a vegetação e a topografia (que inclui relevo, altitude e tamanho da bacia de drenagem). Todas estas são variáveis internas e são controladas, em certa medida, pelos controles externos da bacia, no entanto, a sua principal influência sobre a operação do sistema fluvial ocorre por meio de um controle mútuo, ou seja, as variáveis atuam em um processo contínuo de inter-relação.

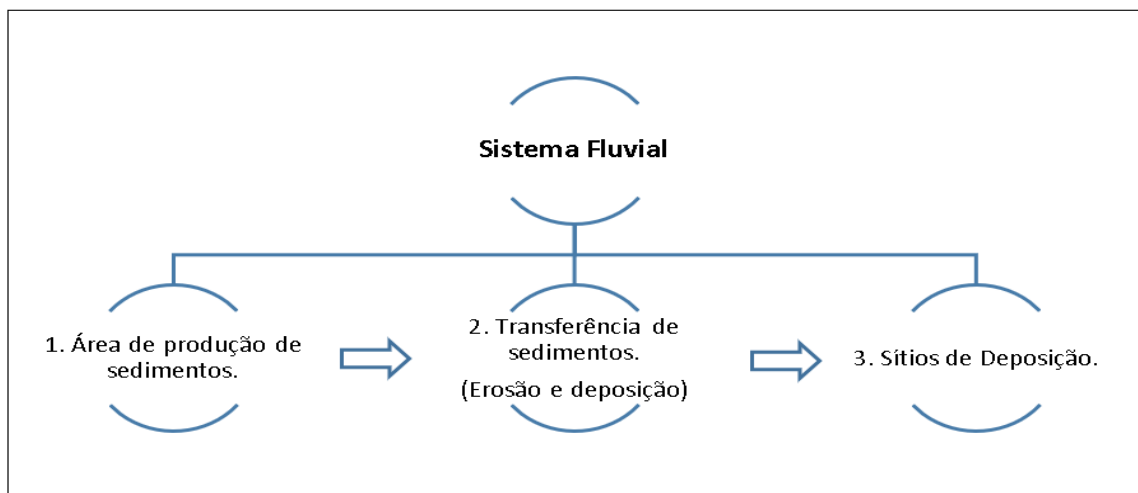
Exemplo: o padrão do canal é a variável ajustável ou dependente, enquanto o suprimento de sedimentos é o controle. E o próprio tempo é uma importante variável de controle.

O autor aponta ainda que as variáveis externas que atuam sobre esse sistema são o clima, o nível de base, a tectônica e as atividades humanas.

Isso também inclui os efeitos de longo alcance das mudanças nos controles externos da bacia, como as variações nas condições climáticas desde o Último Máximo Glacial 18.000 anos atrás, que afetaram muito os sistemas fluviais em todo o mundo (CHARLTON, 2008).

Analisando o esquemograma na Figura 4 é possível entender a conexão existente entre os vários elementos morfológicos e a relação sistemática que atribui ao Sistema Fluvial a função maior em decorrência dos acontecimentos de subprocessos que fazem parte do sistema – partes inferiores.

Figura 4 - Sistema Fluvial a partir da abordagem Sistêmica



A proposta apresentada envolve os elementos da natureza, no que se refere aos processos na dinâmica fluvial e a organização socioespacial, posto que por mais que sejam dimensões distintas, do ponto de vista da Ciência Geográfica fica evidente que estão intimamente relacionadas.

E neste sentido que os princípios da concepção sistêmica, subsidia o estudo dos rios e sua bacia de drenagem como sistemas abertos, e por seus subsistemas, convergindo para um estudo complexo em que suas partes não podem ser compreendidas de maneira isolada, porém, dentro de um contexto maior que inclui inúmeros outros elementos.

Neste sentido, o sistema fluvial condiciona um conjunto de interações, processos e formas, e mantém-se em equilíbrio pela entrada, processamento, transferência e saída de matéria e energia.

Charlton (2008, p. 13,14), menciona que:

Durante longos períodos de tempo, o efeito de processos de pequena escala, como erosão e deposição, pode levar a mudanças de maior escala. Estes incluem mudanças no padrão de canal ao longo do período de dezenas à centenas de milhares de anos, podendo ocasionar o ajustamento da inclinação de todo o vale do rio.

O tempo, como elemento abstrato na composição e ocorrência dos fatos existenciais na superfície terrestre é variável importante a ser considerada em um sistema fluvial, pois é nesta escala que ocorrem pequenas ou grandes mudanças na sua estrutura, numa bacia hidrográfica essa ocorrência se dá em grandes períodos em que seus processos acontecem: erosão, sedimentação, transporte e deposição.

A estrutura dos sistemas é constituída pelos elementos e suas relações, expressando-se através do arranjo de seus componentes. Assim, num sistema fluvial os processos de erosão, transporte e deposição devem ser considerados dentro de um contexto de correlação e interdependência; e a escala por sua vez, permite a noção de que cada sistema passe a ser um subsistema quando observado em um contexto maior.

Charlton (2008) comenta que a bacia hidrográfica apresenta três estágios principais em que os elementos constituintes desse sistema fluvial vão processar-se

e interagir com os demais sistemas. Segundo o autor, esse processo é realizado por meio de entradas (inputs), saídas (outputs) e armazenamentos.

Marques, (2016) menciona que:

As principais entradas no sistema ocorrem por meio da água e dos sedimentos derivados da decomposição das rochas subjacentes. As entradas adicionais incluem ainda materiais biológicos e derivados de entradas atmosféricas. A maior parte da energia necessária para acionar o sistema é fornecida pelos processos atmosféricos que levantam e condensam a água que cai em forma de precipitação sobre a bacia de drenagem. A força da gravidade move então esta água que origina um fluxo de energia através do sistema. A saída ocorre quando a água e os sedimentos se movimentam através do sistema, onde o material é descarregado para os oceanos e mares. Por outro lado, nem todos os rios alcançam o oceano, alguns fluem para os lagos e mares, enquanto outros secam antes de chegar ao oceano. Isso reflete um outro resultado importante dos sistemas fluviais: a perda de água por evaporação para a atmosfera.

No contexto desses processos, observa-se ainda que uma certa quantidade de materiais é posta em armazenamento ao longo da bacia de drenagem. Assim, a água, os sedimentos e todos os outros componentes do sistema fluvial realizam suas funções ao longo da estrutura em que a bacia hidrográfica se encontra até passar por todas as etapas convergindo para o meandramento do canal ou sua migração em sua planície de inundação.

2.1 Dinâmica Fluvial

A dinâmica fluvial é definida conceitualmente como; a remoção, transporte e deposição das partículas envolvidas em toda a rede de drenagem e incide, diretamente, no equilíbrio do sistema fluvial. Quando acontecem distúrbios no sistema, o canal vai se ajustando e reajustando até encontrar um novo equilíbrio (CHRISTOFOLETTI, 1977).

Guerra (2001) afirma que os rios exercem um papel importante no modelado do relevo terrestre e atuam como agentes morfológicos, pois, transportam e depositam

sedimentos, erodem suas margens e conseqüentemente alteram a paisagem dos locais por onde passam.

Os estudos das características e dinâmica fluvial possuem grande importância no campo da geomorfologia e hidráulica fluvial. São considerados de extrema importância por discutir seu funcionamento natural ou alterado por ações antrópicas.

Dentre os resultados, pode ser dada ênfase à variação da quantidade de sedimentos transportados em suspensão e no fundo do canal, bem como, a composição granulométrica das margens e a quantificação da erosão marginal.

De acordo com Leopold et al. (1957) as principais variáveis que atuam nos ajustes morfológicos e no padrão dos canais decorrem da velocidade do fluxo, carga e tamanho dos sedimentos, irregularidades do leito, profundidade, largura e declividade do canal. Para este autor a carga de fundo tem relação direta com geometria hidráulica do canal. Alterações na carga de fundo podem acarretar o desequilíbrio do perfil longitudinal do rio. Assim a Dinâmica Fluvial acontece dentro do Sistema Fluvial, num sentido mais específico.

Souza (2004) salienta que, o estudo desse mecanismo ocorre através do monitoramento e da quantificação da magnitude que são métodos importantes para compreender a evolução dos elementos da dinâmica fluvial, contribuindo na prevenção de desmoronamentos de solo das margens, evitando a perda de terrenos em áreas rurais ou urbanizadas. Entende-se que os canais fluviais constituem os agentes mais importantes no transporte de materiais intemperizados (sedimentos), funcionando como condutores de escoamento das áreas elevadas para as mais baixas, sendo os receptores finais das alterações que ocorrem na bacia de drenagem.

O escoamento fluvial é parte integrante do ciclo hidrológico e a sua alimentação se processa pelas águas superficiais precipitadas e subterrâneas (CHRISTOFOLETTI,1980). Os canais fluviais podem transportar cargas sedimentares de diferentes maneiras, tais como: a suspensão, saltação e o rolamento, influenciados pela granulação das partículas (tamanho e forma) e as características da própria corrente que determina esse processo, sendo a turbulência e as forças hidrodinâmicas exercidas sobre as partículas.

Além desses fatores, a turbulência e velocidade também estão intensamente relacionados com os mecanismos realizados pelo rio, através da erosão, transporte e

deposição de material (CHRISTOFOLETTI, 1980). A análise granulométrica dos sedimentos de fundo transportados em suspensão, o método de evaporação, monitoramento da batimetria e a velocidade da água também são variáveis importantes na conjuntura da Dinâmica Fluvial.

A deposição da carga detrítica nos canais fluviais ocorre quando há diminuição da competência ou da capacidade fluvial. Essa diminuição é causada pela redução da declividade ou pelo aumento do calibre da carga detrítica. A granulometria dos sedimentos nos canais fluviais vai diminuindo em direção à jusante, o que significa a redução na competência de transporte pelo fluxo de cada rio (CHRISTOFOLETTI, 1980).

É de consenso afirmar que as perturbações ocorridas em qualquer uma dessas variáveis desencadeiam o ajuste das formas e dinâmica do canal, no qual buscará alcançar um novo ponto de equilíbrio (CHRISTOFOLETTI, 1981). Portanto, o monitoramento das condições físicas e biológicas do ambiente fluvial serve como indicador do efeito das alterações produzidas na área da bacia, principalmente as alterações decorrentes de atividades antrópicas.

Cabe reiterar que um rio é um sistema aberto, vivo, que responde às alterações ambientais com a contínua busca pelo equilíbrio, passando por momentos de estabilidade ao longo do perfil longitudinal e transversal. E toda essa dinâmica produz o mosaico de formas, canais e margens que influenciam, também, as formas socioespaciais.

2 A BACIA HIDROGRÁFICA AMAZÔNICA

O termo “Bacia Hidrográfica” possui inúmeros conceitos, entretanto, pode-se conceituá-la, como uma área que está delimitada entre divisores de água, onde toda água precipitada pela chuva escoar por um único exutório, que são os pontos mais baixos no limite de um sistema de drenagem (IBGE, 2004).

Rodrigues e Adami (2005, p. 147-148), conceituam bacia hidrográfica como um “sistema que compreende um volume de materiais predominantemente sólidos e líquidos, próximo à superfície terrestre, delimitado interna e externamente por todos

os processos que, a partir do fornecimento de água pela atmosfera, interferem no fluxo de matéria e de energia de um rio ou de uma rede de canais fluviais”. Os autores concebem a bacia hidrográfica como um sistema aberto, composto por outros subsistemas, evidenciando as vertentes, os canais fluviais e as planícies de inundação, os seus principais subsistemas.

Na bacia hidrográfica, que é por definição um sistema aberto, a água é o principal agente da sua dinâmica, essa definição se aplica à Bacia Hidrográfica Amazônica. Por isso, o tempo de permanência da água no sistema hidrográfico é de fundamental importância. Alterações significativas nas precipitações e nos elementos componentes da bacia, principalmente a cobertura vegetal, podem retardar ou acelerar o tempo de permanência da água no sistema, comprometendo o balanço hídrico da bacia (CARVALHO, 2012).

Para Suguio e Bigarella (1990); Cunha (1994) a bacia de drenagem ou hidrográfica é entendida como sistema fluvial definido pela área abrangida por um rio principal e seus afluentes. Para os autores, a delimitação e geometria da rede de drenagem resultam da inter-relação dos fatores topográfico, índice pluviométrico, cobertura vegetal, tipo de solo, litologia e estrutura geológica.

Christofolletti, (1999), considera que “a bacia de drenagem permanece em constante troca de energia e matéria, enquanto sistema não-isolado aberto”.

A Bacia Hidrográfica da Amazônia, a maior bacia do planeta, uma região de grandes contrastes naturais e humanos, que se destaca pelos inúmeros rios, igarapés e lagos de cursos sensivelmente retilíneos e, não raro, com acentuado paralelismo entre si (CUNHA e PASCOALOTO, 2009; KUHN et al., 2009).

O Brasil detém 63,88% da área da bacia hidrográfica do rio Amazonas (Solimões/Amazonas). Nos demais países que a compõem compreendem 16,14% na Colômbia, 15,61% na Bolívia, 2,31 % no Equador, 1,35 % na Guiana, 0,60 % no Peru e 0,11% na Venezuela (OTCA, 2006).

O termo Amazônia, se dá à bacia hidrográfica do rio Marañon/Solimões/Amazonas com área de 6.925.674 km² (OTCA, 2006) envolvendo os seguintes países: Brasil, Bolívia, Peru, Equador, Colômbia, Venezuela, República da Guiana, Suriname e Guiana Francesa

A bacia é limitada a Oeste pela Cordilheira dos Andes, ao Norte pelo Planalto das Guianas, ao Sul pelo Planalto Central e a Leste pelo Oceano Atlântico, por onde toda a água captada na bacia escoar (IBGE, 2010). Está situada entre os dois hemisférios (Norte e Sul) contribui com a alternância de sazonalidade do regime hidrológico, com imenso volume de água escoado resultando nas flutuações anuais do nível da água, denominado como pulso de inundação e com forte influência no funcionamento ecológico do sistema (JUNK, 1989).

O Clima varia de tropical úmido a clima montanhoso ártico, formando a mais ampla variedade climática em única bacia de drenagem no mundo. As temperaturas médias anuais variam de 22 a 26 °C, diminuindo sistematicamente com a altitude. A precipitação pluviométrica apresenta valores anuais compreendidos de 1.000 a 7.000 mm, sendo considerada bastante elevada. A bacia Amazônica recebe precipitação média da ordem de 2.460 mm/ano.

A vazão do rio Amazonas na foz é calculada em 209.000 m³ /s e a evaporação equivalem a 1.382 mm/ano, ou seja, 50 % da água da chuva volta à atmosfera pela ação das florestas (SOARES, 1989).

3 OS TIPOS DE RIOS DO SISTEMA FLUVIAL AMAZÔNICO

A região hidrográfica da Amazônica, a mais extensa rede hidrográfica do globo terrestre, é conhecida por sua grande disponibilidade hídrica e caracteriza-se por possuir uma grande diversidade de ambientes aquáticos, reunidos em uma mesma bacia hidrográfica. Esta variedade de ambientes está relacionada com a dimensão da bacia e a fatores como a geológicas, a vegetação entre outros, responsável pela notável diferença de coloração das águas e diferente tipos de águas (SIOLI, 1985).

A localização geográfica e a geometria da bacia de drenagem do rio Amazonas são importantes fatores que influenciam nas características na rede de drenagem em particular na tipologia dos rios. A primeira classificação científica dos corpos da água da Amazônia foi elaborada pelo pesquisador Harald Sioli em meados do século passado, década de 50, (JUNK, et. al. 2020), em que apresentou em seus estudos, três tipos de rios na Amazônia: rios de água preta, rios de água clara e rios de água branca.

Com esta tipologia ele explicou peculiaridades limnológicas dos grandes rios da Amazônia. Além disso, ele relacionou os fatores físico-químicos dos três tipos de águas com as propriedades geológicas e geomorfológicas das suas bacias hidrográficas.

Porém, estudos recentes, apresentados por (JUNK, et. al. 2020), ampliam as análises clássicas e propõem novas categorizações sobre corpos de água em tipos intermediários, a fim de subsidiar um sistema de classificação mais detalhado para as águas Amazônicas.

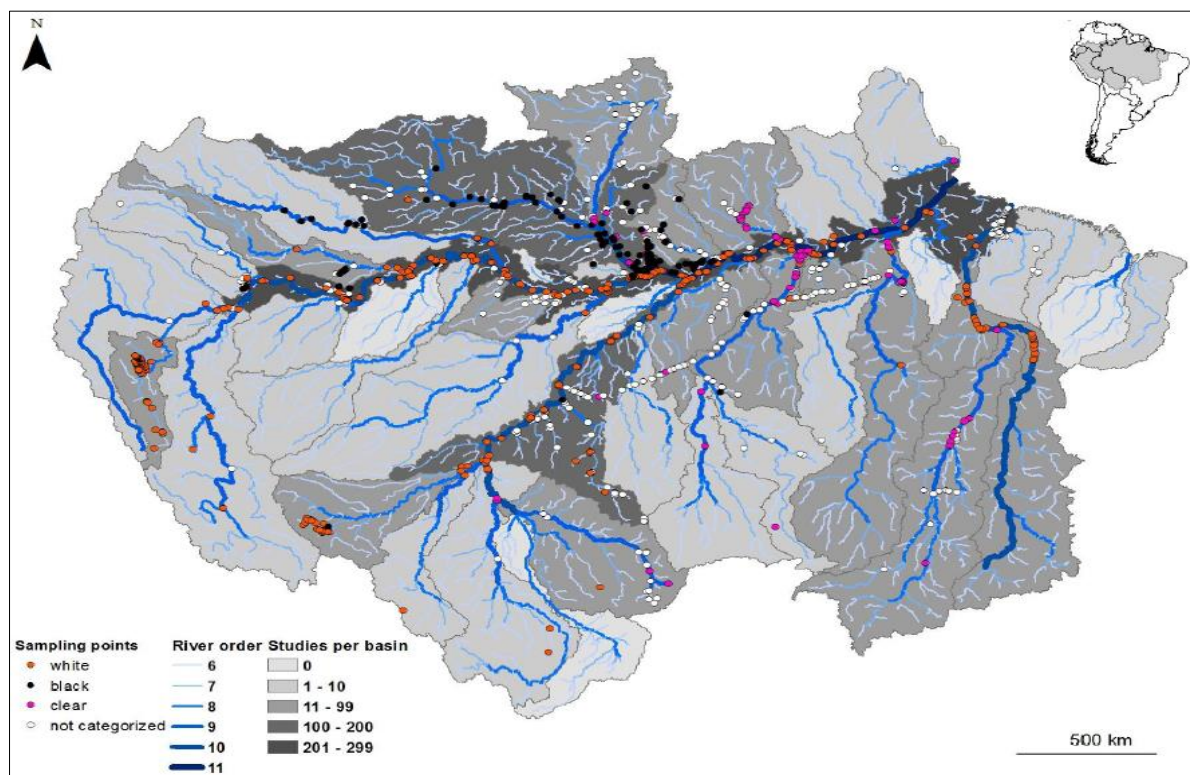
No novo estudo, os pesquisadores usaram os dados disponíveis na literatura recente sobre as variáveis transparência, pH, condutividade elétrica e a distribuição de cátions e ânions principais para reavaliar a antiga classificação. Afirma-se que a composição química da água e dos sedimentos são parâmetros importantes para a ecologia dos sistemas fluviais. E essa composição ocupa depois do clima e da hidrologia, o terceiro lugar em importância para a classificação de zonas úmidas devido à sua importância fundamental para a vida na água e nas zonas úmidas.

O aspecto inovador de sua classificação de Sioli (1985), foi a correlação dessas características com as propriedades geológicas e geomorfológicas das bacias hidrográficas, uma abordagem hoje utilizada na ecologia da paisagem. (JUNK, et. al. 2020).

Para melhor diferenciar os tipos de água, foi estabelecido 6 categorias: água branca, água preta, água clara, intermediária tipo A, intermediária tipo B e água salobra. Para firmar as categorias utilizou-se carga de sedimentos em suspensão, pH, condutividade elétrica e a relação entre metais alcalinos e alcalino-terrosos e ânions principais. (JUNK, et. al. 2020).

Os pontos mostram as localizações das amostras coloridas por tipo de água (Figura 5). Também são mostradas a quantidade de estudos por bacia hidrográfica e ordem fluvial. A grande maioria dos estudos (contagem = 299) foi realizada ao longo do tronco principal dos rios Solimões/Amazônia, Negro, Madeira e Tocantins. A grande maioria dos rios tem menos de 10 amostras ou permanece sem representação na literatura. As bacias hidrográficas (mostrado é o nível 3) e a ordem dos rios são de Venticinquete et al. (2016) e categorizados como: branco "*white*", preto "*blak*", claro/clara "*clear*", não categorizado "*not categorized*".

Figura 5 - Locais de amostragem físico-química da água na Bacia Amazônica e Estudos de ordem fluvial por bacia.



FONTE - Modificado de Ríos-Villamizar et al. (2020). Org. Francivan Dias, 2022.

Segundo Junk, et. al. (2020), dos 380 rios e córregos analisados, 193 puderam ser endereçados às categorias de Sioli: 105 rios de águas brancas, 76 rios de águas pretas e 12 rios de águas claras. Eles podem ser claramente separados em relação aos parâmetros pH, condutividade, proporções e teores de cátions principais e ânions principais.

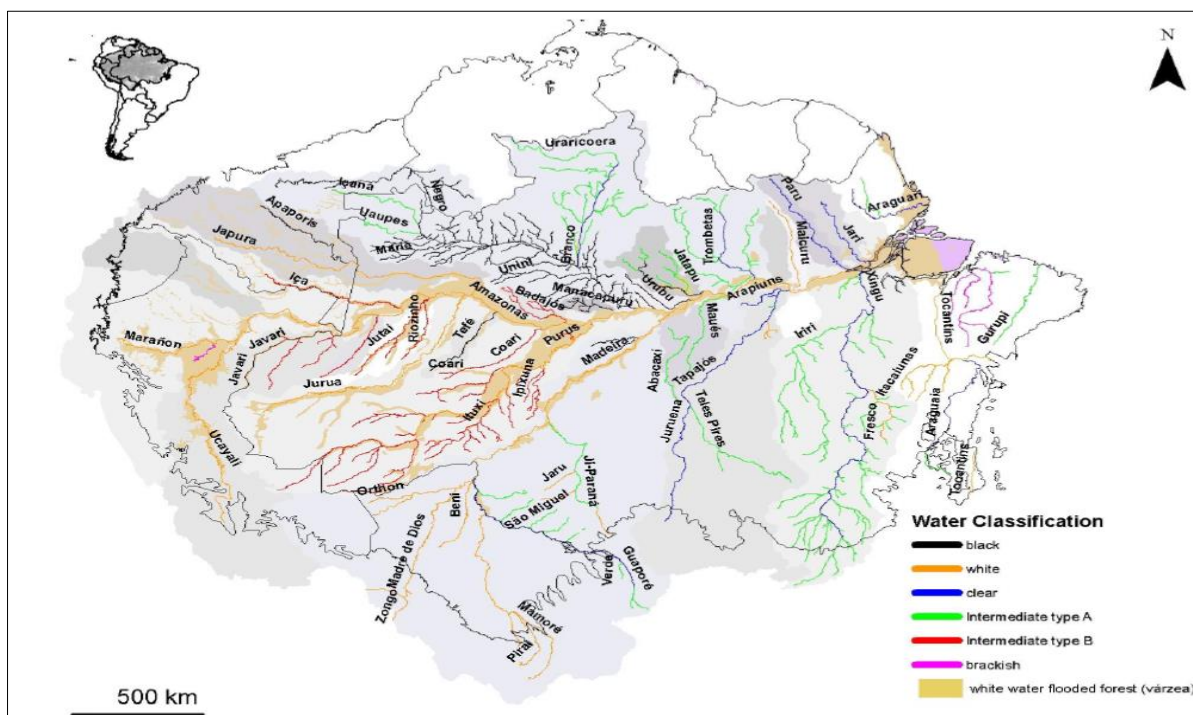
O objetivo inicial dos estudos de Junk, et. al. (2020), não era analisar a variabilidade sazonal ou espacial, o que já tinha sido feito pelos autores dos diferentes estudos compilados, mas sim, estabelecer um sistema mais flexível de categorias de tipos de água na Amazônia, permitindo a inclusão de tantos rios e córregos quanto possível e também destacar e descrever a faixa de variabilidade dos diferentes parâmetros utilizados para esta classificação.

A qualidade química da água proporciona parâmetros fundamentais para o estudo da ecologia dos rios, sua biodiversidade e seus ciclos biogeoquímicos. Esses parâmetros determinam opções de gestão dos rios e das áreas úmidas associadas.

Nos estudos realizados por Junk, et. al. (2020), 187 rios e córregos, correspondendo a 49,2% do total analisado, não se enquadram nas 3 categorias de

Sioli. Eles ocupam uma posição intermediária entre os tipos de água clássicos e devem ser considerados como águas mistas (RÍOS-VILLAMIZAR et al., 2020), ver (Figura 6).

Figura 6 - A distribuição dos tipos de rios na bacia amazônica.



FONTE: Atualizado de Ríos-Villamizar, et. al. (2020). Org. Francivan Dias, 2022.

Foi separado três novas categorias dentro desse grupo: Intermediário Tipo A (131 rios e córregos) que inclui águas claras drenando uma mistura de diferentes formações geológicas nos escudos da Guiana e Brasil Central, Intermediário Tipo B (47 rios e córregos) que inclui águas que drenam apenas sedimentos de origem andina, mas apresentam características ecológicas intermediárias entre águas brancas e negras; e a categoria Salobra (9 rios e córregos) que consiste em águas afetadas pela maré no estuário do Amazonas, bem como alguns rios salgados na drenagem Marañon e Ucayali, que drenam evaporados maciços apresentam condutividade elétrica acima de $400 \mu\text{S cm}^{-1}$, são muito rico em Na (sódio) e Cl (cloro) e por isso as proporções desses íons chegam a 80-90%.

Rios de água branca: como o curso principal do Amazonas e o Juruá, Japurá, Purus e Madeira são turvos, com transparência da água (profundidade de Secchi) que varia entre 20 e 60 cm, e têm origem nos Andes, de onde transportam grandes quantidades de sedimentos ricos em nutrientes. Suas águas têm pH quase neutro e

concentrações relativamente altas de sólidos dissolvidos indicadas pela condutividade elétrica que varia entre 30–140 $\mu\text{S cm}^{-1}$ (*mil micro Siemens por centímetro – grifo nosso*), 105 rios (27,6%) dos rios investigados se enquadram na categoria de águas brancas, (JUNK, et. al. 2020).

Rios de água preta: Um tipo de água similarmente característico é a água preta do rio Negro (Figura 8) que, originada no escudo pré-cambriano da região norte da bacia amazônica, é um representante típico das águas pretas amazônicas (FURCH e JUNK, 1997).

Figura 7 - Confluência do Amazonas, de água branca, com o rio Negro, de água preta, o famoso “encontro das águas” a jusante de Manaus.



FONTE: <https://www.google.com/commons.wikimedia.Org>. Francivan Dias, 2022.

Sua cor marrom-avermelhada transparente é originada de um alto teor de substâncias húmicas dissolvidas que é cerca de dez vezes maior do que no Solimões/Rio Amazonas, a água é pobre em nutrientes e eletrólitos com dominância de sódio entre os principais cátions, apresentando baixa alcalinidade.

Os valores de pH desses rios são inferiores a 5,5 e sua condutividade elétrica é $<30 \mu\text{S cm}^{-1}$. As várzeas dos rios de águas pretas são de baixa fertilidade e são localmente chamadas de igapós, 76 rios (20%) dos rios investigados se enquadram na categoria de águas pretas (JUNK, et. al. 2020).

Rios de água clara: como os rios Tapajós e Xingu do Sioli têm suas captações superiores nos escudos arcaico/pré-cambriano do Brasil Central e Guiana e são

caracterizados por valores de pH que variam entre 5,3 e 7,2, condutividade elétrica na faixa de 5,1-53,6 $\mu\text{S cm}^{-1}$, a transparência da água pode atingir até 355cm ou ainda mais; mas valores de transparência inferiores a 50cm também são comuns nesses rios. Os rios de águas claras das análises específicas de Sioli são representados por apenas 12 rios, correspondendo a 3,2% do total, (JUNK, et. al. 2020).

As várzeas dos rios de águas claras são de fertilidade intermediária e chamadas de igapós.

Rios da categoria Intermediário Tipo A: são caracterizados por valores de pH, condutividade elétrica e transparência que estão na faixa de 3,75-9,20, 1,18-140,89 $\mu\text{S cm}^{-1}$ e 15,5-294 cm, respectivamente. Esta categoria inclui rios de águas claras e córregos no sentido amplo que drenam uma mistura de diferentes formações geológicas nos escudos da Guiana e do Brasil Central e são representados por 131 rios e córregos, correspondendo a 34,5% do total.

Rios da categoria Intermediário Tipo B: são caracterizados por valores de pH, condutividade elétrica e transparência que estão na faixa de 5,2-7,2, 0,01-190,7 $\mu\text{S cm}^{-1}$ e 4-150 cm, respectivamente. Esta categoria inclui águas que drenam sedimentos de origem andina e pré-andina e apresentam características ecológicas intermediárias entre águas brancas e negras (RÍOS-VILLAMIZAR et al., 2020). Esta categoria é representada por 47 rios e córregos, correspondendo a 12,4% do total.

Rios do tipo água salobra: são caracterizados por valores de pH, condutividade elétrica e transparência que estão na faixa de 5,2-8,5, 358,3-7171,9 $\mu\text{S cm}^{-1}$ e 5-60 cm, respectivamente. Esta categoria consiste em águas costeiras com influência marinha, bem como alguns rios salgados na drenagem Marañon e Ucayali que apresentam aumento da salinidade e são dominados por sódio e cloreto. Esta categoria é representada por 9 rios e córregos, correspondendo a 2,4% do total. A classificação atualizada é fornecida na Figura 6.

Essa classificação simplificada dominou até hoje a discussão científica sobre limnologia e ecologia da bacia amazônica. Mas a classificação de Sioli baseava-se apenas em uma base de dados muito limitada, pois, em sua época, o acesso à vasta bacia hidrográfica era restrito aos grandes rios, que ele visitava por pequenas embarcações ou por canoas acionadas por pequenos motores de popa. Porém, a Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia evoluiu de um pequeno laboratório na

época de Sioli para uma grande instituição de pesquisa de renome internacional, que realizou muitos estudos limnológicos e sediou projetos limnológicos de alto nível, nacionais e internacionais (JUNK, et. al. 2020).

4. O rio Amazonas

A discussão sobre a nascente e extensão do rio Amazonas atravessou séculos e só foi resolvida no ano de 1995 quando cientistas do projeto Amazing Amazon, pertencente ao Instituto Nacional de Pesquisa Espacial – INPE – divulgaram, em 1995, resultados de pesquisas realizadas na nascente e ao longo de toda sua extensão até a foz. Porém, esses dados foram revistos em junho de 2007, quando os pesquisadores do Instituto Geográfico Militar do Peru, da Agência Nacional de Águas (ANA), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e do próprio INPE definiram as vertentes onde nasce o rio Amazonas e também sua extensão. Assim conseguiram localizar a nascente do Apurimac e definiram que o mesmo nasce no Peru, entre os montes Mismi com 5.699m e Kcahuich com 5.577m de altitude, situado ao sul da cidade de Cuzco e próximo do lago Titicaca. Em relação a sua extensão foi feita nova medição onde se definiu que o rio Amazonas tem 6.992,06 quilômetros de extensão enquanto o Nilo tem 6.852,15 quilômetros. Portanto, o rio Amazonas tem 140 quilômetros a mais que o rio Nilo e, por conseguinte, o maior rio do mundo em extensão (CARVALHO, 2014).

Em relação a seus afluentes estima-se que o rio Amazonas receba por volta de 1.100 contribuintes, o que o torna não apenas o maior do mundo em extensão, mas também em afluentes. Com uma largura média de 4 e 5 km em seu curso planiciário, o leito menor do Amazonas chega a atingir quase 10 km de largura, no Pará; durante as grandes cheias, ao cobrir totalmente o seu leito maior (a várzea), chega a aproximadamente 50 km de largura (IBGE, 1977; IRION et al.,1994). No trecho estudado, após receber logo a montante o seu maior contribuinte que é rio Madeira e a 150km mais a montante o segundo maior afluente que é o rio Negro, o rio Amazonas tem 4.000m na entrada do trecho, diminui para 1.700m em frente da cidade e volta a alargar na saída do trecho onde chega a 3.500m.

Quanto ao seu padrão de canal sempre houve muita dúvida, pois, ele não se enquadrava na clássica classificação de canais retilíneo, meândrico e anastomosado. Mais recentemente o padrão mais aceito é de canal anabranche definido por Nanson & Huang, (2007), como um sistema de canais múltiplos de baixa energia com bancos resistentes e estáveis (podendo ser lentamente migratórios), separados por ilhas com altitudes semelhantes à da planície de inundação.

Stevaux e Latrubesse (2017, p.181) consideram que embora não haja um termo consagrado na língua portuguesa para “*anabanching*” da língua inglesa, talvez multicanal seja o que mais se satisfaça sua definição. Neste sentido e considerando que o trecho do rio Amazonas escolhido para pesquisa possui formações de ilhas aluviais estáveis vegetadas que dividem o fluxo das correntes e sendo este padrão dominante, estamos, portanto, admitindo o padrão anabranche para o trecho estudado.

4.1. A formação da planície de inundação do rio Amazonas – várzea.

Como elemento marcante na paisagem hidrográfica da calha do rio Amazonas e de seus afluentes de água branca, é a presença de uma grande planície de inundação em suas margens. Essa unidade geomorfológica, de idade Holocênica que ainda está em processo de formação, é controlada pelo rio Amazonas através da sua dinâmica, dos processos e do regime hidrológico (CARVALHO, 2012). Segundo Soares (1989) essa unidade geomorfológica perfaz uma área estimada em 64.400 km², o correspondente a 1,5% da Amazônia em território brasileiro.

No trecho estudado essa unidade geomorfológica é dominante, tanto pela margem esquerda quanto pela direita. Na verdade, e observando mapas geomorfológico e/ou imagens de satélites observa-se que a várzea margeia a margem direita do rio Solimões /Amazonas desde 10 km a jusante da cidade de Coari até a costa do Tabocal onde está assentada a cidade de Urucurituba, perfazendo aproximadamente 620km de extensão. Pela margem esquerda do trecho estudado a várzea é interrompida pela terra firme (Formação Alter do Chão) desde o furo do Xituba e por trecho de 2,8km a montante da cidade, mergulhando por 1,3km e logo

emergindo no sítio urbano de Itacoatiara. A partir do final da cidade, no sentido jusante, a várzea domina a margem esquerda até a confluência com o paraná de Urucar, perfazendo uma distância de aproximadamente 140km.

Outro aspecto importante, diz respeito  vegetação de várzea que se apresentam em suas áreas mais altas com árvores capazes de suportar inundações durante alguns meses do ano, sem que morram. Brotam enquanto a água começa a baixar, florescem e dão frutos quando a água começa a subir, tornando dispersor de sementes por todo o ambiente aquático.

Existem rvores perenifólias e caducifólias no ambiente de várzea. Uma das mais impressionantes é a (*Ceiba petandra*) sumaúma, que cresce até 40 e 50 metros de altura com diâmetro acima de 2 metros e enormes raízes laterais em forma de tábuas (sapopemas), 5 metros acima do solo, (Figura 8)

Figura 8 - Aspecto da árvore sumaúma (*Ceiba petandra*).



FONTE: Brasil Socioambiental 2008. Org. Francivan Dias, 2022.

Existem, também, uma quantidade enorme de macrófitas aquáticas, que flutuam na superfície das águas, geralmente em frente da floresta inundável chegando cobrir quilmetros de extensão. A maior parte dessa vegetação é formada por capins aquáticos e mostra com isso um aspecto de prado flutuante acompanhando a subida e descida das guas.

Devido a sua rápida reprodução e morte possibilita uma alta produção de nutrientes em quantidades suficientes que ficam à disposição das plantas ou dissolvidos na água ou na forma de sedimentos que são levados anualmente pelo rio Amazonas durante as cheias. Em processo de formação, essa unidade é composta por sedimentos finos e incoesos, portanto, essa planície sofre a ação dos agentes de erosão de margem em larga escala, limitando, inclusive a forma de uso e ocupação humana.

CAPÍTULO 2: A CIDADE DE ITACOATIARA NO CONTEXTO DO RIO AMAZONAS

Neste capítulo será apresentado a localização da área de estudo, destacando os componentes naturais da paisagem - aspectos fisiográficos como formação geológica e geomorfológica, vegetação, regime climático e hidrológico bem como alguns aspectos sobre a cidade de Itacoatiara como: o sua etimologia e sua história.

1 Localização da área de estudo

O ambiente em estudo corresponde a uma área de 355,96 km² (quadrante retangular). Está localizada na região nordeste do Estado do Amazonas, sob coordenadas geográficas 3°6'00" e 3°14'00" S e 58°21'00 e 58°38'00" W. (Figura 9).

Figura 9 - Mapa de Localização.



FONTE: IBGE, 2010. Org. Francivan Dias, 2020.

O trecho do rio Amazonas selecionado para a interpretação do estudo fica a montante da Ilha do Risco e Costa do Surubim/Ciripá, a jusante da desembocadura

do rio Madeira. Seu perfil longitudinal sofre uma inflexão no sentido SO-NE e, a partir da saída, a jusante segue sentido NO-SE formando um cotovelo onde está situada a cidade de Itacoatiara na parte côncava, especificamente na margem esquerda do canal fluvial.

Itacoatiara é um município amazonense localizado na Região Metropolitana de Manaus (Figura 10), no Estado do Amazonas.

Figura 10 - Municípios de Itacoatiara inserido na Região Metropolitana Regional.



FONTE: Adaptado do IBGE, 2015. Org. Francivan Dias, 2022.

É a terceira cidade mais populosa do estado, com 104.046 habitantes, de acordo com estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística IBGE em (2021). A taxa de urbanização cresceu 13,38% passando de 63,62% de urbanização no município em 1991, para 77,00% em 2010. Registrou-se que 77% da população vivia em zona urbana (65.327 habitantes).

A sede municipal, (Figura 11) está localizada à margem esquerda do Rio Amazonas, distante cerca de 263km da capital do Estado - Manaus, com acesso pela Rodovia AM 010 e por via fluvial pelo Rio Amazonas 190km e via aérea 176 Km (linha reta).

2. Componentes naturais da paisagem - aspectos fisiográficos.

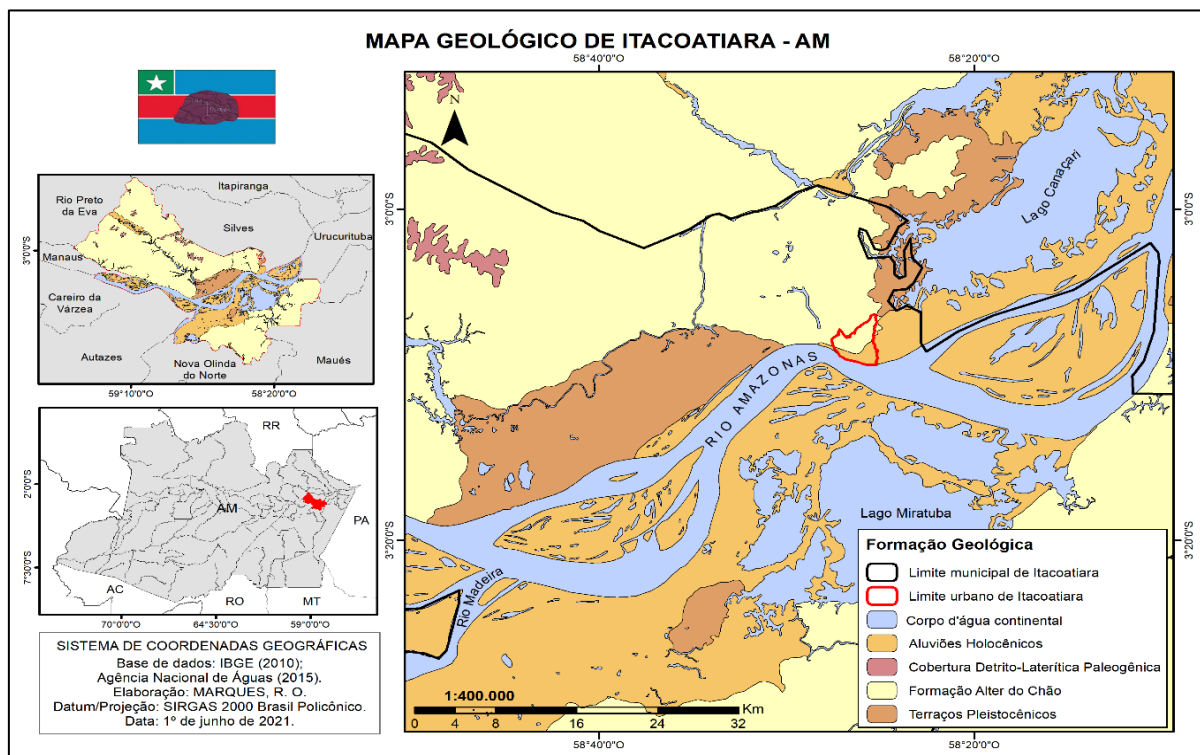
2.1 Geologia

Os mapas geológico e geomorfológico de Itacoatiara foram elaborados no Arcgis 10.3, com a utilização de dados vetoriais e técnicas de representação dos elementos cartográficos obrigatórios. Os dados vetoriais foram obtidos nos sites do IBGE, Agência Nacional de Águas e com base na obra “Geomorfologia da Planície Amazônica” de Iriondo (1982).

O trecho proposto para a pesquisa, está inserido na Bacia do Amazonas, uma bacia intracratônica, encaixada entre os crátons do Brasil Central, ao sul e das Guianas, com cerca de 500.000 km², na porção norte do Brasil (SILVA, 2010).

Na Figura 12, o ambiente de estudo, trecho do rio Amazonas, destaca duas unidades geológicas. Pela margem esquerda a ocorrência da Formação Alter do Chão de idade Cretácea/Terciário (Paleógeno) e pela margem direita predomínio total dos aluviões Holocênicos.

Figura 12 - Mapa Geológico.



FONTE: Mapa de Unidade de Relevo do IBGE, 2010. Elaboração: Rildo Marques, 2021. Org.:Francivan Dias, 2022.

Os dados utilizados no mapa geomorfológico foram obtidos a partir do reconhecimento das unidades geomorfológicas descritas em Iriondo (1982) em uma imagem do Google Maps de alta resolução espacial, que permitiu observar em escala de detalhes as diferentes feições. O procedimento técnico para criação das bases cartográficas vetoriais “planície de bancos e meandros atuais” e “depósitos de inundação” foi realizado no Quantum Gis 3.10 de forma semiautomática, onde se empregou técnicas de manipulação manual juntamente com procedimentos automáticos. O projeto e a imagem de referência estavam configurados em projeção métrica UTM, Datum SIRGAS 2000 e Zona 21S.

Na margem esquerda, a Formação Alter do Chão é caracterizada pela presença de arenitos argilosos, argilitos arcósios, quartzo-arenitos e brechas intraformacionais, marcados por uma típica coloração avermelhada e amarelada (ROZO, 2004).

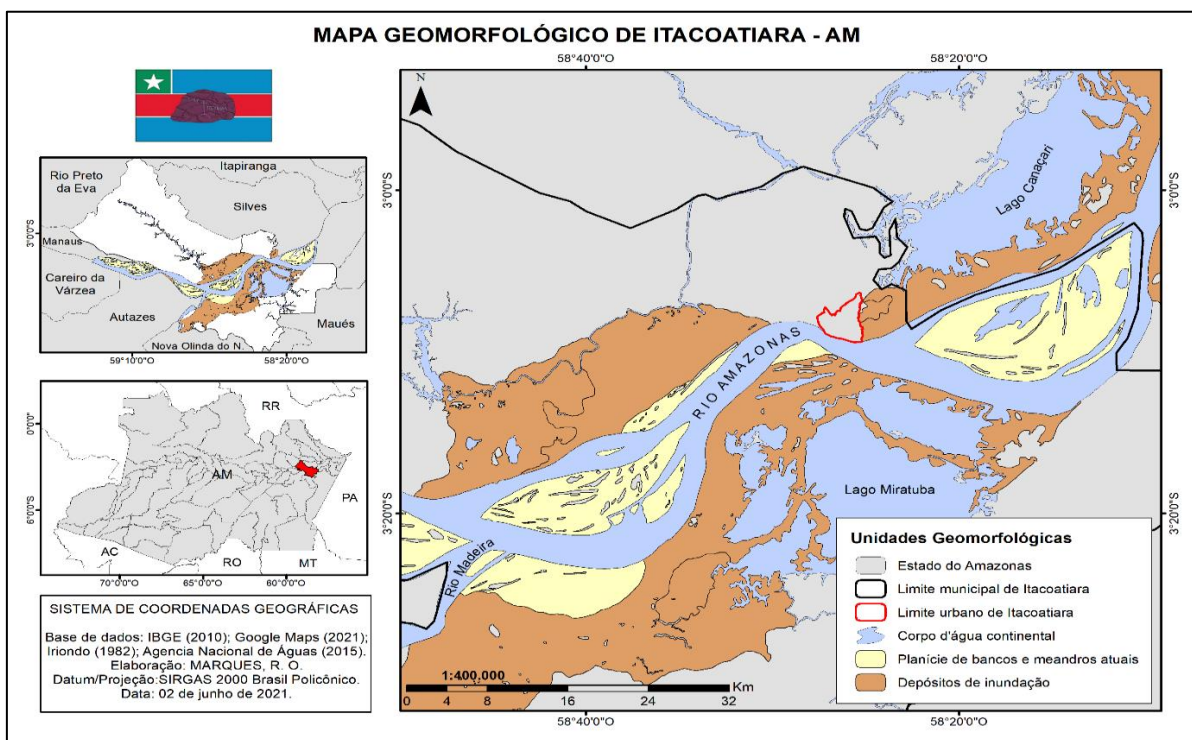
Enquanto, a margem direita, uma formação mais recente, é proveniente da dinâmica do próprio rio, funcionando como depósito dos sedimentos trazidos e acumulados ao longo da grande margem e por grandes períodos, principalmente no período das cheias amazônicas formando os depósitos quaternários.

2.2 Geomorfologia

No que diz respeito à geomorfologia, a área está inserida em duas unidades geomorfológicas classificadas como: Planalto Rebaixado e Planície de Inundação (as várzeas), com grande predominância (Figura 13). O planalto rebaixado da margem esquerda foi modelado sobre a Formação geológica Alter do Chão.

No contexto geomorfológico, as várzeas são apresentadas como conceito, enquanto os planaltos e as planícies são categorias de análises.

Figura 13 - Mapa Geomorfológico.



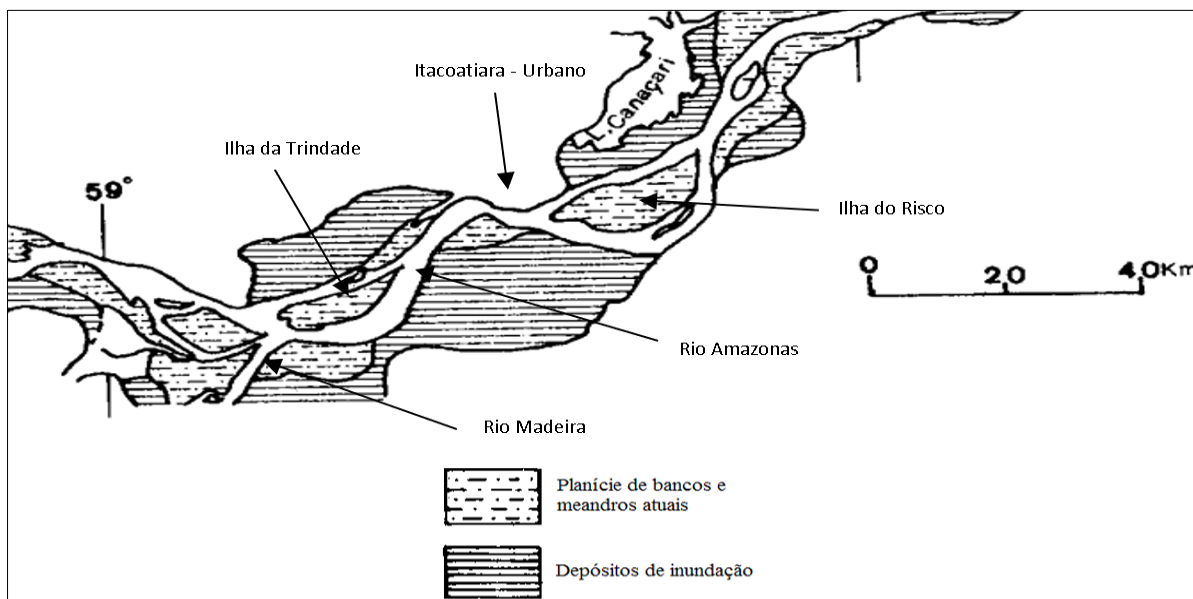
FONTE: Mapa de Unidade de Relevo do IBGE, 2010. Elaboração: Rildo Marques, 2021. Org. Francivan Dias, 2021.

Como unidade de relevo, o IBGE (2006) classifica Planalto Rebaixado dos Rios Negro/Uatumã a margem esquerda, enquanto, a margem direita é caracterizada pela presença da planície fluvial holocênica, controlada pelo rio Amazonas através da sua dinâmica e do regime fluvial compreendendo unidade de relevo - Planície Amazônica.

Iriondo (1982), utilizando critério por ele denominado de descritivo-genético, identificou na área de estudo duas subunidades geomorfológicas: “depósitos de inundação” na parte interior da unidade e de “planície de bancos e meandros atuais” na zona de contato direto com o rio Amazonas (Figura 14).

O autor caracterizou os “depósitos de inundação” como áreas planas e homogêneas, originadas por processos de colmatção que ocorrem durante as enchentes, formando lagos de formas e tamanhos diversos e canais irregulares muito pequenos. Como “planície de bancos e meandros atuais” foi caracterizada a faixa de sedimentos arenosos que o rio deposita dentro do canal durante a fase atual.

Figura 14 - Classificação geomorfológica da área de estudo e adjacências.



Fonte: M. H. Iriondo, 1982. Org. Francivan Dias, 2021.

No que concerne a planícies de bancos e meandros atuais, Iriondo (1982, p. 334), afirma que:

É a faixa de sedimentos arenosos que o rio deposita durante a fase atual. Ela é formada por series de bancos arqueados estreitos e muito longos, depositados por migração lateral de todo o canal ou de um braço. Os bancos podem ter até mais de 10 km de comprimento individualmente e largura que varia entre 100 e 200m. pela forma e modo de origem (migração lateral associada a correntes helicoidais) poderiam ser designadas de espirais de meandros, mas foi conservado o termo banco para os trechos onde o canal que sedimenta é anastomosado na maior parte do percurso.

O projeto RADAMBRASIL (1976), na Folha SA.21-Y-D, entre as coordenadas 3°00' e 4°00'S e 57°00' e 58°30'W, apresenta informações sobre o aspecto geomorfológico de Itacoatiara que se encontra localizada sobre planícies e terraços fluviais.

Área aplainada periodicamente inundável, resultante de acumulação fluvial, ligada com ou sem ruptura de declive a patamar mais elevado e Interflúvios tabulares com drenagem alta. Drenagem aprofundada resultando formas de relevo com topo aplainado, onde está localizada a sede do município.

No contato com o rio Amazonas essa unidade forma margem do tipo falésia fluvial com altura de até 25m. Por se tratar de uma unidade consolidada, composta

por sedimentos siliclásticos que incluem argilitos, folhelhos, siltitos, arenitos e conglomerados (ROZO, 2004).

Essa unidade oferece muito mais resistência aos agentes atuantes no processo de erosão de margem, de tal forma que a erosão de margem ocorre, mas em nível secundário em comparação com as margens formadas por sedimentos fluviais recentes da planície de inundação.

Nascimento, Mauro e Garcia (1976), usando o critério hidrológico, classificou a planície do rio Amazonas em “planície fluvial alagada” e “planície inundável ou de inundação” (Figura 15).

Figura 15 - Planície do rio Amazonas.



Fonte: Alberto Carvalho, 2010. Org. Francivan Dias, 2021. (A) Planície ou várzea baixa que é inundada maior parte do ano e (B) Planície ou várzea alta que só é inundada durante as grandes cheias.

Consideraram como planície fluvial alagada a várzea baixa que em condições normais começa a ser transbordada nos três primeiros meses do ano, enquanto a planície inundável foi classificada como várzea alta, cuja inundação total só acontece durante as grandes enchentes ou eventos extremos.

2.3 Regime climático e hidrológico.

A região central da bacia hidrográfica do rio Amazonas é uma grande área receptora de massas de ar originadas principalmente da região ciclônica do Atlântico

Sul (mTa) e do Atlântico Norte (mEa). Ao adentrarem na calha do rio Amazonas as nuvens carregadas de umidade sofrem o chamado *efeito da continentalidade* e provocam muitas chuvas na foz do rio Amazonas. Ao adentrarem na calha do rio essas nuvens vão interagindo com a floresta e por conseguinte aumentando o índice pluviométrico na medida em que se desloca para o oeste/noroeste da região Amazônica (SALATI, 1983).

Nesse sentido o IBGE (2006) classificou o clima da calha do rio Amazonas até as proximidades de Manacapuru como sendo “Equatorial Quente e Úmido” e a partir de Manacapuru no para Oeste, até o sopé dos Andes, foi classificado como sendo o “Equatorial Quente e Super Úmido”. Estando a área de estudo no curso médio do rio Amazonas, a região de Itacoatiara se insere no clima “Equatorial Quente e Úmido” do IBGE (2006).

Em relação a precipitação, Carvalho (2012), utilizando dados da Estação Meteorológica de Itacoatiara encontrou uma média de 2.328mm para o período de 1990 a 2008. Os dados analisados mostram que o período de chuva em Itacoatiara começa no mês de novembro e vai até o mês de maio, com pico no mês de março cuja média para o período foi de 360mm.

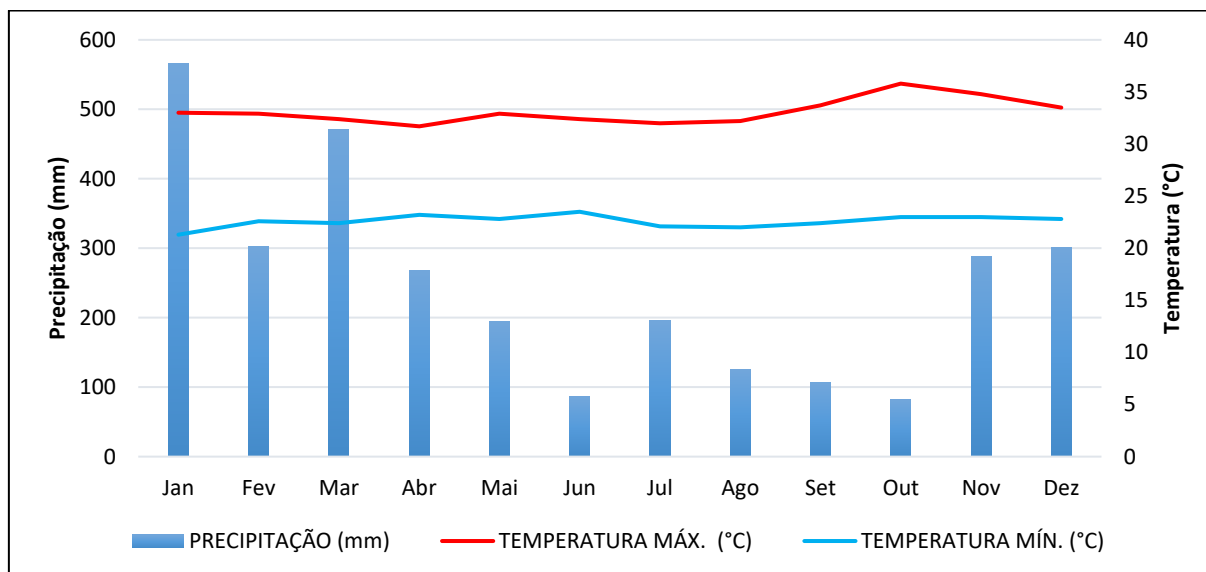
A Figura 16 apresenta Médias de Temperaturas Máximas e Mínimas de Janeiro a dezembro com precipitação ocorrida neste intervalo de tempo em 2021. Em outubro a temperatura máxima chegou a 35,8°C e a mínima ocorreu em janeiro, 21,3°C.

A precipitação média mensal aconteceu em maior volume nos meses de janeiro, fevereiro e março, sendo em janeiro o maior índice precipitados, 565,3mm. De abril a outubro a média ficou em 151,2mm com aumento progressivo a partir de novembro, culminando com o período chuvoso em nossa região.

A média precipitada em 2021 em Itacoatiara foi de 248,9mm, demonstrando que o a influência dos altos volumes de chuvas convergiu para a ocorrência do “evento extremo” que aconteceu no médio e baixo curso do rio Amazonas.

O regime hidrológico do rio Amazonas, incluindo o espaço Itacoatiarense resulta fundamentalmente do regime pluviométrico que é muito irregular espacial e temporalmente na região, Carvalho (2012).

Figura 16 - Gráfico de Médias das Temperaturas Máximas, Mínimas e Precipitação em 2021, Itacoatiara, Am.



FONTE: INMET, 2021. Org. Francivan Dias, 2022.

Na Amazônia a importância da água pode ser observada pelo seu regime hidrológico. Apesar da distribuição e da quantidade de chuva ser variada, o nível dos rios é marcado por dois períodos cíclicos: cheia e vazante, que influenciam na vegetação e principalmente na qualidade das águas de rios, lagos e igarapés. (MEIRELLES, 2004).

Segundo o autor, essa irregularidade na distribuição das chuvas na bacia, principalmente no sentido Norte/Sul, é que, de alguma forma provoca uma desigualdade no regime fluvial dos afluentes da margem direita e da margem esquerda do grande rio. O regime do Rio Amazonas se comporta de acordo com os períodos de enchente entre novembro e junho, apresentando o nível máximo nos meses de junho e julho. Já os períodos de vazante se comportam entre julho e outubro, com o nível mínimo entre outubro e novembro.

2.3. Regime hidrológico no Médio rio Amazonas

O regime hidrológico do rio Amazonas resulta de uma relação sistêmica entre clima e floresta. Salati (1983) em estudo relacionado entre o clima e a floresta na Amazônia chegou a afirmar que “O clima atual depende da Floresta”, chegando a

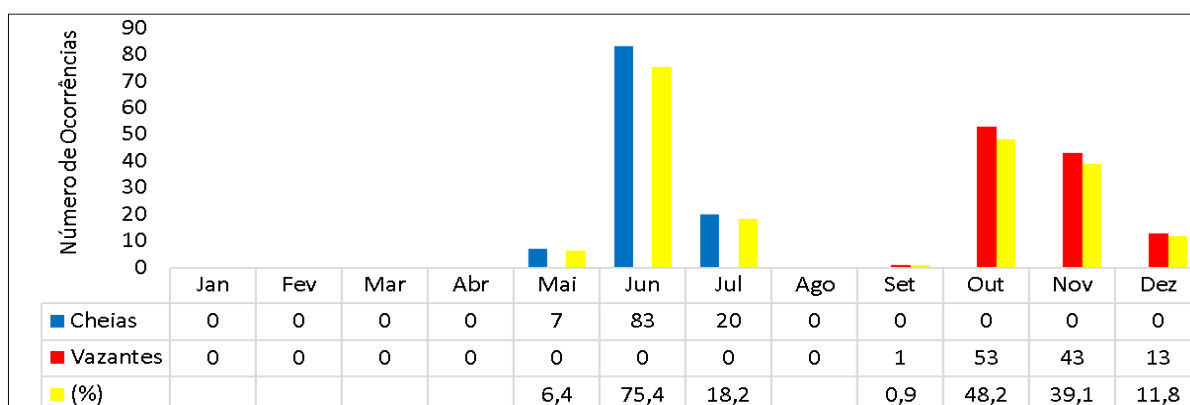
afirmar que na Amazônia centro ocidental 50% das chuvas resultam dessa relação com a floresta. Portanto, o regime hidrológico do rio Amazonas depende da distribuição espacial e temporal das chuvas, que por sua vez, acontece de forma desigual na bacia de drenagem. Essa irregularidade na distribuição das chuvas na bacia, principalmente no sentido Norte/Sul, é que provoca uma desigualdade no regime fluvial dos afluentes da margem direita e da margem esquerda.

Carvalho, (2012, p.56) menciona dados do rio Madeira e do rio Negro mostrando que em Porto Velho, no período de 1982 a 1996, 33,3% das cheias aconteceram no mês de março e 66,7% no mês de abril, coincidindo com o período chuvoso. Enquanto a vazante teve frequência de 1,1% em agosto, 50% em setembro e 48,9% em outubro. Já o rio Negro, em São Gabriel da Cachoeira, a máxima de cheia acontece em julho e agosto enquanto a vazante em janeiro.

Percebe-se, portanto, que o regime fluvial dos dois maiores afluentes do rio Amazonas, um pela margem esquerda e o outro pela margem direita possuem regime diferenciado e é esse equilíbrio, conhecido como “fenômeno da interferência” que define anualmente o regime hidrológico único de cheia e vazante para o rio Amazonas.

Na Figura 17 a seguir, mostra as ocorrências e/ou frequências dos meses de cheia e vazante do rio Amazonas no Porto de Manaus no período de 1902 a 2012.

Figura 17 - Gráfico de Frequência dos meses de cheia e vazante do rio Amazonas no porto de Manaus – Período 1902 a 2012.



FONTE: Administração do Porto de Manaus. Org. Francivan Dias, 2021.

O maior número de cheias aconteceram nos meses de maio, junho e julho com maior ocorrência no mês de junho. Já as vazantes ocorreram nos meses de outubro, novembro e dezembro, com maior ocorrência no mês de outubro.

A Tabela 1, apresenta as médias das cotas de cheia e vazante no porto de Manaus por décadas – de 1903 a 2021, é possível afirmar que a década de menor variação no regime foi entre 1970 e 1979 (8,7m) e a maior variação aconteceu de 2010 a 2019 (12,24m).

Tabela 1 - Médias das cotas de cheia e vazante no porto de Manaus por décadas.

Período	Cheia	Vazante	Varição Média
1903 a 1909	27,66	16,45	11,2
1910 a 1919	27,34	17,64	9,7
1920 a 1929	27,55	17,81	9,74
1930 a 1939	27,51	17,70	9,81
1940 a 1949	27,60	17,76	9,84
1950 a 1959	28,12	17,24	10,88
1960 a 1969	27,16	17,03	10,13
1970 a 1979	28,66	19,79	8,87
1980 a 1989	27,59	18,63	8,96
1990 a 1999	28,10	16,91	11,1
2000 a 2009	28,46	17,44	11,02
2010 a 2019	28,90	16,66	12,24
2020 a 2021	29,27*	18,04*	11,23*
	Média		10,36

Fonte: Porto de Manaus 2022. Org. Francivan Dias, 2022. *Dados atualizados – dois anos.

A máxima registrada aconteceu no dia 16/06/2021: 30,02m e a mínima registrada aconteceu no dia 24/10/2010: 13,63m (Porto de Manaus, 2022). Os dados recentes registrados entre os dias 15 e 20 de julho de 2021 a cota do Rio Negro chegou no pico máximo nos últimos 119 anos em 30,02m (5 dias de estabilidade). A diferença entre as médias de 3,54m, indica e evidencia da grande influência de eventos extremos, que estão ocorrendo com maior frequência e intensidade na região amazônica em escala “espaço-temporal” cada vez menor com efeitos diversos no ambiente social e natural, é o caso da última grande enchente no rio Amazonas e tributários em 2021.

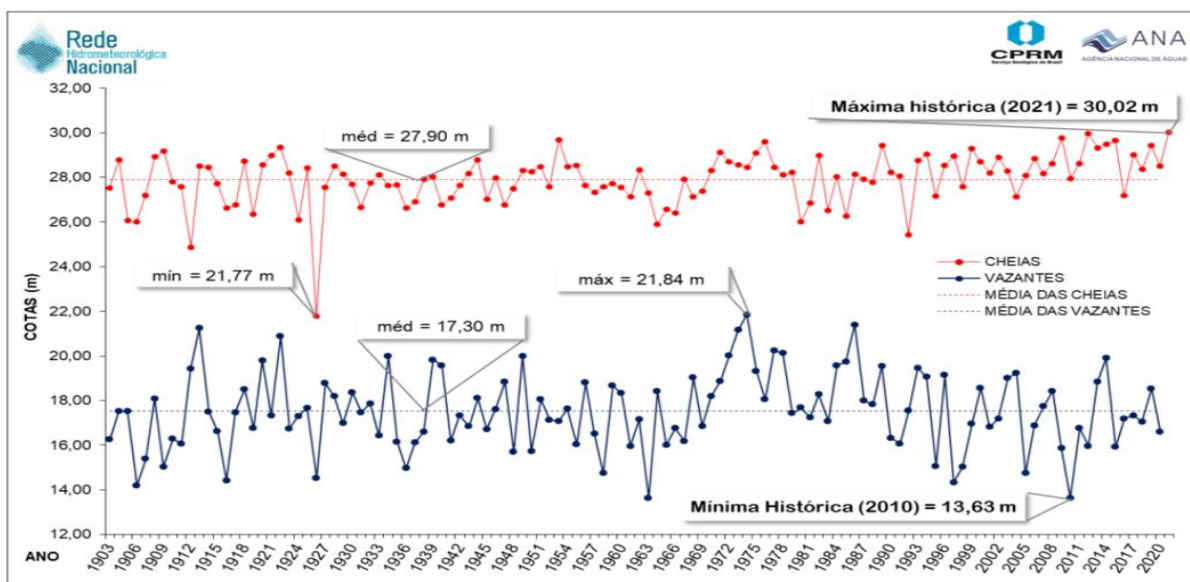
As medições da cota do rio Amazonas/Negro, realizadas diariamente no porto de Manaus, desde o segundo semestre de 1902, mostram uma regularidade na frequência da cheia nos meses de maio 6,4% em junho com 75,4 % e em julho 18,2%, enquanto a vazante é mais irregular, com maior frequência nos meses de outubro com

48,2%, novembro 39,1 % e dezembro 11,8%, e 0,9% em janeiro do ano seguinte conforme, Carvalho (2012).

O Boletim de Monitoramento Hidrometeorológico da Amazônia Ocidental – BMHAO, nº 22 de 03 de junho de 2022, apresenta através da Figura 18 a seguir a magnitude dos eventos de máximas e mínimas observados de 1903 a 2021 e registro das séries históricas na estação de Porto de Manaus.

Essas informações evidenciam grandes mudanças no comportamento dos rios que fazem parte da bacia hidrográfica amazônica.

Figura 18 - Gráfico das Cheias e vazantes máximas observadas no porto de Manaus. Período 1903 a 2021.



FONTE: CPRM, 03/06/2022. Org. Francivan Dias, 2022.

O mundo das águas na Amazônia é o resultado direto da excepcional pluviosidade que atinge a gigantesca depressão topográfica regional, (AB'SABER, 2003).

Compreender o regime hidrológico do rio Amazonas, associado ao regime climático é muito importante, pois, as variações extremas de cheia e vazante provocam alterações significativas na vida das populações que habitam as margens de rios e na várzea, como também no ambiente fluvial amazônico.

2.4 Cobertura vegetal

O Município de Itacoatiara é formado por um ecossistema considerado típico da Região Amazônica, caracterizado pela presença de três formações florestais bem definidas, segundo Embrapa (1988a), tais como: Floresta equatorial subperenifólia. Floresta Equatorial Higrófila de Várzea e Floresta Equatorial Hidrófila de Várzea.

A Floresta Equatorial Subperenifólia - ocorre nos interflúvios planálticos das terras baixas, com altitudes variando de 5 a 100 metros, quando situada entre 4° lat. N e 16° lat. S. (Figura 19).

Figura 19 - Aspectos de floresta equatorial subperenifólia.



FONTE: Pablo Hidalgo, 2011. Org. Francivan Dias, 2022.

Na região, encontra-se sob várias formas de relevo, desde o plano até o forte ondulado. Dominam os ambientes desta floresta, os Latossolos e Argissolos, com características distróficas, originados de sedimentos do Terciário Barreiras (EMBRAPA, 2003). Caracteriza-se pela exuberância de sua cobertura vegetal, com predomínio de árvores de grande porte, emergentes, como (*Dinizia excelsa*) angelim, (*Manilkara huberi*) maçaranduba e (*Parkia pendula*) visgueiro.

Sua configuração florística é muito variada em espécies arbóreas, cujos indivíduos apresentam copas luxuriantes e troncos altos e retilíneos, suportando quase sempre enormes lianas que atingem suas copas. São frequentes e com ampla distribuição a (*Bertholletia excelsa*) castanheira, (*Pithecellobium racemosum*) angelim rajado, (*Terminalia amazônica*) tamimbuca, (*Couratari pulchra*) tauari, (*Clarisia racemosa*) guariúba, (*Vochysia máxima*) quaruba, (*Diplotaxis spp.*) sucupira, (*Dedrelinya catenaeformis*) cedrona, (*Scleronema micranthum*) cardeiro, (*Brosimum rubescens*) muirapiranga, (*Tabebuia spp.*) paus-d'arco, (*Quelea spp.*) mandioqueira, (*Ocotea spp*) louros, (*Parkia multijuca*) fava-atanã, (*Eschweilera spp.*) mamamatás, (*Pouteria spp.*) abioranas, (*Protium spp.*) breus, (*Hevea brasiliensis*) seringueira e (*Virola spp.*) ucuúbas.

A Floresta Equatorial Higrófila de Várzea – é uma formação ribeirinha ou "floresta ciliar" que ocorre ao longo dos cursos d'água ocupando os terraços antigos das planícies do Holoceno/Quaternário sujeitos a periódicos encharcamentos. Estende-se por ramificações infinitas por toda a região que sofre inundações, geralmente aparece com fisionomia florestal densa com cobertura uniforme e, raramente com árvores emergentes.

Aí, estão presentes os solos: Neossolos Fluvícos, Gleissolos Háplicos e Plintossolos Háplicos em relevo plano. Na estrutura dessa floresta, predominam as espécies de rápido crescimento e de casca lisa e são frequentes os troncos em forma de botija ou com reforços achatados do raízes aéreas ou tabulares sapopemas ou contrafortes cercado a sua base.

As palmeiras são abundantes e no sub-bosque encontram-se plantas herbáceas providas de grandes folhas. As espécies mais comuns encontradas nesse ecossistema são: (*Ceiba pentandra*) sumaúma, (*Virola surinamenses*) ucuúba (*Mauritia flexuosa*) buriti, (*Euterpe oleracea*) açai, (*Hevea brasilienses*) seringueira, (*Hura creptans*) açacúl, (*Colophyllum brasilienses*) jacareúba, (*Marilkara amazônica*) mapara puba, (*Astrocaryum munbaca*) munbaca inajá, (*Iriartea exorrhiza*) paxiúba, (*Couma guianensis*) sorva, (*Mauritia caraná*) caraná - grande, (*Pithecollobium racenosum*) angelim - rajado, (*Tachigalia sp.*) tachi, macacaúba da várzea, (*Bactris sp*) marajá, (*Protrium unifolium*) breu - branco - da várzea, (*Genipa americana*) genipapo (*Inga distiola*) Inga, (*Nectandra amazoniam*) louro-de-várzea, (*Spondea lutea*) taperebá.

A Floresta Equatorial Hidrófila de Várzea – ocorrem onde as plantas ocupam solos em processo de formação, situação que indica que esta vegetação está no caminho da sucessão com plantas pioneiras. Este é o caso da vegetação instalada nos solos, cuja formação se deve à acumulação de sedimentos sob influência fluvial, (Figura 20).

Figura 20 - Aspectos da floresta equatorial higrófila de várzea. Furo do Arauató, margem esquerda do rio Amazonas, Itacoatiara – Am.



FOTO: Trabalho de campo em 10/10/2020. Francivan Dias, 2020.

Essa vegetação foi agrupada sob a designação de Formações Pioneiras segundo Veloso & Gôes Filho (1982), numa tentativa de concentrá-la como a primeira ocupação, sempre com plantas adaptadas às condições ecológicas desses ambientes.

Na região, esta formação apresenta-se de forma arbustiva, desenvolvendo-se nos diques marginais, nas próprias margens dos rios e lagos e nas áreas afogadas dos meandros abandonados. Nesse estágio, as inundações são periódicas e há melhores condições e maior tempo para a germinação das sementes trazidas pelas águas, (Figura 21)

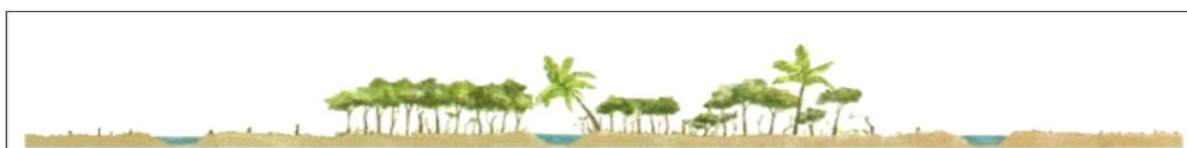
Figura 21 - Aspectos de vegetação pioneira de várzea - oiraneiras. Margem direita do rio Amazonas, em frente a cidade de Itacoatiara.



FONTE: Trabalho de campo em 10/10/2020. Foto: Francivan Dias, 2020.

Surgem então novas pioneiras, outras gramíneas, ervas e arbustos, que contribuem para uma sedimentação mais acelerada que culminará com o estabelecimento de espécies arbóreas; e neste processo a pioneira (*Monrrihardia arborescens*) tem papel predominante. A Figura 22, mostra os tipos de florestas e sua estruturação em Itacoatiara.

Figura 22 - Tipos fisionômicos de florestas existentes no município de Itacoatiara.



Floresta de influência fluvial.



Floresta ombrófila densa.



Floresta ombrófila aberta.

FONTE: IBGE, 2009. Org. Francivan Dias, 2022.

Espécies como *Eugenia sp.*, *Myrcia sp* e diversas representantes de *Rosaceae*, *Melastomataceae*, *Annonaceae* e *Zingiberaceae* são frequentes. Surgem então as primeiras palmeiras como a (*Muirítia aculeata*) canaã-de-espinho, (*Mauritia sp.*) buritirana, (*Duckeodendron cestoides*) pupunharana, (*Ocnocarpus multicaulis*) murumuru, e (*Astrocaryum javari*) javari. Neste ecossistema, os solos plintossolos e gleissolos são dominantes ocorrendo em relevos plano.

3 A cidade de Itacoatiara – aspectos históricos

3.1 Etimologia

O Sítio *Itacoatiara* - do tupi “*itá kwati’ara*” – que o Pe. José Monteiro de Noronha (1723-1794) apelidou de “*A Paragem das Pedras Pintadas*”, fica ao lado esquerdo da cidade, entre o igarapé do Jauari (hoje soterrado), à direita do sítio, e o igarapé do *Ingaipáua* (naquele momento da história, um viveiro natural de peixes), à esquerda.

O lugar em referência é símbolo da arte rupestre amazônica, onde, nas vazantes do rio Amazonas, podem ser vistas as famosas “pedras pintadas”, título oficial do sítio, conforme registro feito em 1758 pelo engenheiro alemão João André Schwebel (1718-1759), a mando do então governador do Estado do Grão-Pará e Maranhão Mendonça Furtado (SILVA, 2017). Ainda segundo o mesmo autor:

O referido sítio arqueológico, identificado pela ponta de pedras que avança sobre as águas do rio Amazonas formando as enseadas do Stone e do Jauari, nos séculos XVII e XVIII era um lugar de referência. Calmo, nostálgico, cercado por umas poucas tribos de índios mansos. Parada obrigatória ou “estação de repouso” destinada àqueles que subiam e desciam o grande caudal, ocupados em explorar ou estudar o território amazonense: autoridades e agentes da coroa portuguesa, sertanistas, padres e leigos de diversas ordens, tropeiros e cientistas de várias nacionalidades (SILVA, 2017, p. 132).

A pedra, símbolo histórico de Itacoatiara, lá por volta de 1970, foi retirada da orla do Jauari e transferida para o centro da Cidade. Atualmente encontra-se exposta

na Praça Principal defronte à Catedral Nossa Senhora do Rosário, padroeira de Itacoatiara (Figura 23).

Figura 23 - Pedra Pintada, símbolo histórico de Itacoatiara.



Foto: Francivan Dias e Jr., 2021.

Sua face principal contém inscrições em português simbolizando datas e feitos civis e religiosos, gravados a ferro e fogo: 1º) A passagem por ali do sargento-mor Francisco Xavier de Moraes (1700-c.1788), o qual, chefiando uma bandeira a serviço do rei de Portugal, na pedra deixou registrado o ano de 1744; e 2º) A passagem de Mendonça Furtado e de sua comitiva pelo lugar, em 30 de dezembro de 1754. Antes de partirem do Sítio onde repousaram no dia anterior, a caminho do rio Negro, o governador, seu confessor e o comandante da tropa militar gravaram nela a data de 1754, uma Cruz e a palavra TROPA (FONTES: JOBIM, 1948, SILVA, 2017 e MONTEIRO, 2018).

A pedra pintada é referência no contexto turístico em Itacoatiara, sendo símbolo importante na divulgação histórica e cultural da cidade e ponto de parada obrigatória dos visitantes quando chegam neste lugar amazônico.

3.2 Fundação de Itacoatiara.

Berço do núcleo histórico que originou Itacoatiara, e conhecido dos portugueses desde 1660, o Rio Madeira teve suas margens devassadas a partir de 1669.

SILVA, (2017, p.70) afirma que:

Além de missionários, anônimos aventureiros, militares e civis, guiados por experientes mateiros e auxiliados por alguns intérpretes da língua geral, por ali transitaram a fim de apreender índios e colher cacau, cravo e outros produtos. Em setembro daquele ano, em missão de catequese, lá estiveram os padres João Filipe Bettendorff (1625-1698) e Pedro Luís Gonçalves (c.1629-1683). No começo de 1672 também deram entrada no colosso fluvial os padres Manuel Pires e João Maria Gorzoni (1627-1711).

Outro missionário, que teve presença marcante no Madeira, foi o padre suíço Jódoco Perez (1633-1707). Em meados de 1683, decorridos seis meses de sua ascensão ao cargo de gestor regional dos jesuítas, iria compor um interessante capítulo da História da Amazônia, interpretando o papel de fundador e principal ator da cidade de Itacoatiara. No dia 08 de setembro de 1683 aconteceu a fundação do Núcleo Jesuíta que deu origem à cidade de Itacoatiara.

Inegavelmente, segundo apurado em Silva (2013, p. 61 e 62), e Silva (2017, p. 79 e 81), que a fundação do aldeamento que deu origem a Itacoatiara foi uma decisão geopolítica da Coroa portuguesa. Antes de Jódoco Perez ascender ao posto de superior, o rei dom Pedro II (1648-1706) havia baixado a Lei de 01 de abril de 1680, inspirada pelo padre Antônio Vieira. Solto da prisão em 1667, e isento totalmente de culpa em 1675, batalhou junto à Corte para retirar das mãos dos capitães seculares a direção das aldeias e conferir aos religiosos o monopólio sobre os descimentos e a conversão dos nativos.

Tal regimento, além de proibir a escravidão do índio, ordenava a criação dos aldeamentos que deveriam ser governados pelos párocos em cooperação com os “principais” (tuxauas) das tribos. À Lei de 1680 seguiu-se a de 07 de março de 1681 criando a Junta das Missões. Ambas contribuíram para o desenvolvimento do projeto colonial sustentado no plano espiritual – salvação das almas; e no temporal – a expansão e conservação das conquistas portuguesas.

É possível inferir que, durante setenta e quatro anos e sete meses, de 1683 a 1758, o Rio Madeira, seu afluente Maturá e os subafluentes Canumã e Abacaxis banharam a missão itinerante que os jesuítas criaram em cooperação com os índios Iruri, posteriormente ampliada com o ajuntamento de dezenas de outras etnias. Sempre à busca de um lugar mais propício à segurança e tranquilidade de seus moradores, foi quatro vezes deslocada de seu pouso inicial (de Maturá para Canumã em 1691; de Canumã para Abacaxis em 1696; de Abacaxis para a margem esquerda do Madeira em 1757 e, finalmente, daí para a margem esquerda do Amazonas em 1758).

O aldeamento ganhou foros de Município em 01 de janeiro de 1759, quando aconteceu a elevação do antigo povoado à categoria de Vila com o nome de Nossa Senhora do Rosário de Serpa. Cento e quinze anos depois, graças a projeto apresentado em plenário da Assembleia Legislativa da Província do Amazonas, pelo deputado Itacoatiarense Damaso de Souza Barriga, do que resultou a Lei nº 283, de 25 de abril de 1874 (em Anexo), a Vila foi elevada à categoria de Cidade.

E, nesse momento, além de ganhar sua emancipação política, foi-lhe substituído o termo português “Serpa”, pelo título de origem tupi “Itacoatiara”. No próximo dia 08 de setembro de 2022 Itacoatiara completará 339 anos contados desde a data de sua fundação.

Estrategicamente localizada à margem esquerda do rio Amazonas e à pouca distância a jusante da foz do rio Madeira, a cidade possui todos os ingredientes de centro urbano moderno, perfeitamente habitável, com amplas perspectivas de progresso e bem-estar social.

Figura 24 - Rochas na margem esquerda do rio Amazonas, porto do Jauari, proximidades do lugar popularmente chamado de “Lugar das Pedras”, Itacoatiara.



FONTE: Trabalho de campo em 20/10/2020. Foto: Francivan Dias, 2020.

Como visto na Figura 24, o nome de “Cidade da Pedra Pintada” decorre de ela estar próxima ao Sítio Itacoatiara. O outro epíteto que lhe foi conferido, de “A Cidade do Rosário”, decorre de que sua população majoritariamente católica promove o culto à Virgem Maria, tendo como Padroeira Nossa Senhora do Rosário. Também tem sido rotulada de “A Cidade-Canção”, por que sedia o FECANI, movimento lítero-musical criado em 1985 e conhecido em todo o Brasil e em países vizinhos. Realizado anualmente na primeira semana de setembro, neste ano de 2021 apresentou sua 38ª versão no formato *on-line*, por conta da PANDEMIA - COVID19. O FECANI ratifica a condição de Itacoatiara ser uma cidade festeira, cuja história, costumes e tradições contemplam a natureza e flutuam em direção aos horizontes da criação, da música, da poesia, da beleza (SILVA, 2017).

CAPÍTULO 3: RESULTADOS E DISCUSSÕES SOBRE OS ASPECTOS DA DINÂMICA FLUVIAL E AS IMPLICAÇÕES PARA A CIDADE DE ITACOATIARA – AM

O capítulo 3 trata dos aspectos analisados como resultados e discussões da pesquisa, pretende-se compreender qual a dinâmica ocorrida no trecho escolhido para o estudo, tanto no que diz respeito ao canal principal, sua geometria, quanto a formação da barra lateral que ocorre à montante da cidade de Itacoatiara, na margem direita do rio Amazonas, Costa do Surubim e Ciripá, margem esquerda em frente a cidade e demais elementos que compõem esse sistema e como esses processos afetam a vida dos moradores rurais e urbanos do trecho estudado. Trata, também, da influência do rio Madeira na composição da barra lateral além dos impactos socioeconômicos relacionados ao “evento extremo” de 2021, a grande enchente.

1 Aspectos do rio Amazonas a montante e jusante da cidade de Itacoatiara

Por sua própria natureza, um rio está sempre em mudança. Seja no deslocamento de uma pequena forma de leito, seja na erosão de um banco, seja na troca do padrão de canal, a interação entre gravidade, água e sedimento promovem uma constante transformação na morfologia e no funcionamento do sistema, Stevaux e Latrubesse (2017).

O rio Amazonas, apresenta em sua estrutura natural hidrográfica uma vasta rede fluvial com excelentes condições de navegabilidade, pois na sua história geológica e geomorfológica, formou uma gigantesca e complexa rede de drenagem formada por aproximadamente 1.100 afluentes, composta por canais, furos, paranás e lagos que são usados como verdadeiros “caminhos” e “estradas naturais” que permitiu às populações chegarem aos lugares mais longínquos do vasto território amazônico.

Em virtude de sua grande capacidade de condução de material em suspensão pelas suas águas, principalmente no regime das cheias, há uma grande facilidade de esculturação na geometria de canal, em toda sua extensão, incluindo o município de Itacoatiara.

Seu caudal hidráulico, suas entranhas, sua fauna, sua flora, sua ictiofauna fazem desse, um lugar ímpar entre todos os biomas da Terra.

Segundo Iriondo (1982, p. 331-333):

O canal do rio Amazonas apresenta variações no percurso, exibindo trechos anastomosados e meandriformes, se bem que com uma tendência geral para o anastomosamento. A largura varia entre 1 e 7 km aumentando paulatinamente desde a fronteira peruano-colombiana até a foz no Atlântico, devido ao aporte de tributários durante o seu percurso. Observam-se variações locais importantes de largura, devido, sem dúvida a mudanças de declividade e a fatores litológicos.

O rio Amazonas, no trecho estudado em Itacoatiara, apresenta largura que varia de 4.000m na parte superior do trecho, 1.700m em frente da cidade e 2.500m na saída do trecho.

Seguindo no sentido W-E, o rio Amazonas, desde a foz do rio Negro até a zona de Itacoatiara, apresenta um padrão de baixa sinuosidade, com presença de ilhas que variam de 10 a 40 km de extensão e 7 a 8 km de largura. Por essas características esse trecho passou a ser classificado como um canal do tipo anabranche (STEVAUX e LATRUBESSE, 2017), pois essas ilhas são estabilizadas e estão no mesmo nível da planície de inundação.

2 A influência do rio Madeira no trecho do estudo.

O Rio Madeira⁴ é o maior afluente do Amazonas, seguido muito de perto pelo rio Negro. É um rio caracterizado por uma intensa dinâmica fluvial e por processos intensos que estão em constante mudança do seu leito, dificultando a navegabilidade. Navegar pelo rio Madeira requer muitos cuidados e atualizações pois formações de depósitos de canal por exemplo acontece muito rapidamente, às vezes de ano para outro.

⁴ - Segundo Ouvidor Sampaio (1774/75) o rio Madeira era chamado pelos indígenas de Cayari, mas foi Francisco de Mello Palheta que no ano de 1725, ao fazer o reconhecimento do referido rio e observando a grande quantidade de árvores que desciam chamou de "Rio da Madeira". Posteriormente, por corruptela rio Madeira.

O Rio Madeira, juntamente com o rio Negro, são os maiores afluentes do Rio Amazonas (MUNIZ, 2013). Possui uma extensão de 3.330 km, sendo o 17º maior rio do planeta em extensão. O Rio Beni nasce na Bolívia, nos Andes. Após a confluência com o Rio Mamoré recebe o nome de Madeira. Ele se difere da maioria dos rios amazônicos por percorrer diferentes formas de relevo.

A bacia deste rio possui cerca de 1,4 milhão de Km² ou cerca de 1/5 da totalidade da bacia Amazônica, sendo comparada a área total do Peru (MUNIZ, 2013). O Rio Madeira é considerado geologicamente jovem, com o curso em formação. Ele é caudaloso, carregando grande quantidade de sedimentos, provocado pela erosão de suas margens e de áreas ao longo de sua bacia.

O Rio Madeira é classificado como um rio de águas brancas (barrenta ou turbida) assim como os rios Solimões, Purus e Juruá, entre outros tributários da margem direita do rio Amazonas e Solimões, por transportar grande quantidade de material em suspensão, substancialmente elevada durante a estação chuvosa, quando sua vazão é aumentada exponencialmente, passando 5.000 – 6.000 m³/s (período seco) para 45.000 – 50.000 m³/s (período chuvoso), com uma média anual de 23.000 a 31.200m³/s e precipitação de 1.940 mm/ano. (ADAMY, 2016).

Dados de alguns rios amazônicos apresentados na Tabela 2 através do Relatório das medições nos Rios Amazonas, Negro, Solimões, Madeira e Trombetas 8/03/2005 – 06/04/2005. do HiBAm registra a importância do rio Madeira no processo de transporte de material detrítico e dissolvido, influenciando diretamente na formação do grande depósito localizado na costa do Surubim e Ciripá, principalmente no regime de cheia quando sua vazão chega próximo de 40.000m³/s na foz, despejando grande parte de sua energia no rio Amazonas.

O rio Madeira apresenta a maior carga sólida dos rios da Amazônia, sendo que Porto Velho ocupa o 3º lugar em sedimentos, superado apenas pelos rios asiáticos Brahmaputra e Amarelo, cujas nascentes situam-se na Cordilheira do Himalaia. (ADAMY, 2016).

Tabela 2 - Dados de medições físico-químicas e de material em suspensão (MES: miligrama por litro) de alguns rios Amazônicos, no ano de 1998.

Rio	Local	Data (1998)	Vazão m ³ /s	Temp. °C	C.Elétr. µS/cm	pH	MES mg/l
Madeira ¹	Foz	19/04	39.884	28,6	45,9	6,5	594,4
Madeira ¹	Foz	01/10	5.980	30,4	78	7,3	34,5
Amazonas ¹	Itacoatiara	20/04	167.433	29	69,8	5,5	175,7
Amazonas ¹	Itacoatiara	01/10	88.690	29,8	80	6,8	28,2
Amazonas ¹	Óbidos	02/05	176.668	29,3	53	6,2	76,2
Amazonas ¹	Óbidos	04/10	98.690	31,3	55,1	6,8	18,4
Solimões ¹	Tabatinga	29/09	-	30,6	41	6,4	114,5
Solimões ¹	Manacapuru	28/04	115.055	28,9	71	6,5	154,3
Negro ²	Curicuriari	22/09	12.380	27,4	21	4,0	1,2
Negro ²	Paricatuba	21/04	13.183	31,1	11	4,2	3
Negro ²	Paricatuba	28/09	30.650	30,3	10,2	4,6	2,5
Trombetas ²	Oriximina	02/05	4.566	31,2	14	5,4	5,8

FONTE: HiBAM - Hidrologia da Bacia Amazônica: Campanha Negro 98 e Campanha Rio Madeira 98 – ORSTOM \ CNPq \ ANEEL \ UnB. Organização. Francivan Dias, 2022. Legenda: 1 – água branca. 2 – água preta

Esse aspecto é perceptível e evidente na Figura 25, com a representação da coloração da água do rio Amazonas com uma tonalidade mais escura desaguadas por tributários da margem esquerda e a do rio Madeira mais clara, confirmando uma maior carga de material em suspensão como areia fina, silte e argila. Trata-se de um rio com comportamento tipicamente sazonal, variável conforme a estação climática predominante.

Figura 25 - Aspectos da influência do Rio Madeira na formação da barra lateral na Costa do Surubim e Ciripá.



FONTE: Google Earth (04-10-2021). Org. Francivan Dias, 2022.

Observa-se que o rio Madeira, não é apenas o maior afluente do rio Amazonas, ele é de longe o rio que transporta o maior volume de material em suspensão e de

fundo, daí sua importância para o trecho estudado, pois sem dúvida ele é responsável pela rápida formação do grande depósito que se encontra em processo na margem direita do rio Amazonas, à montante da cidade.

3 A formação recente de uma grande barra lateral - depósito de canal - a montante da cidade: possíveis alterações no fluxo do rio Amazonas e risco à navegação.

Durante seu trajeto de drenagem, uma partícula pode ser sedimentada e removida várias vezes (STEVAUX E LATRUBESSE, 2017). A transferência das partículas sedimentares desde os pontos mais altos da bacia até sua deposição final, geralmente num lago ou oceano, dá-se por uma alternância contínua de processos de erosão, transporte e sedimentação.

Trata-se, portanto, de processos coexistentes, e a predominância de um deles, juntamente com a natureza e a quantidade de material transportado, definirá não apenas a eficácia do rio na transferência de sedimentos do continente para o oceano, mas o tipo, o tamanho e a forma dos canais e da planície aluvial, bem como terá participação fundamental nas características ecológicas desse sistema.

À montante da cidade de Itacoatiara a formação de uma barra longitudinal, ocorre num intervalo de tempo entre 10 e 12 anos, segundo informações cedidas pelos ribeirinhos moradores da Costa do Surubim e Ciripá.

Registros métricos feitos “*in locu*” em outubro de 2020, foi constatado que a barra lateral apresentava 4,5 km de extensão longitudinal, 1,1 km de largura, perpendicular ao curso longitudinal do rio Amazonas (Figura 26).

Porém, no dia 14 de novembro de 2021, após registro de campo houve a constatação de uma mudança significativa na estrutura da barra lateral, a enseada que outrora existia, já não mais faz parte da paisagem local.

Houve um aumento de aproximadamente 2 km em extensão longitudinal, tanto para montante quanto para jusante, sendo questionada principalmente pelos moradores locais, quanto pelos navegantes de pequeno, médio e grande calado.

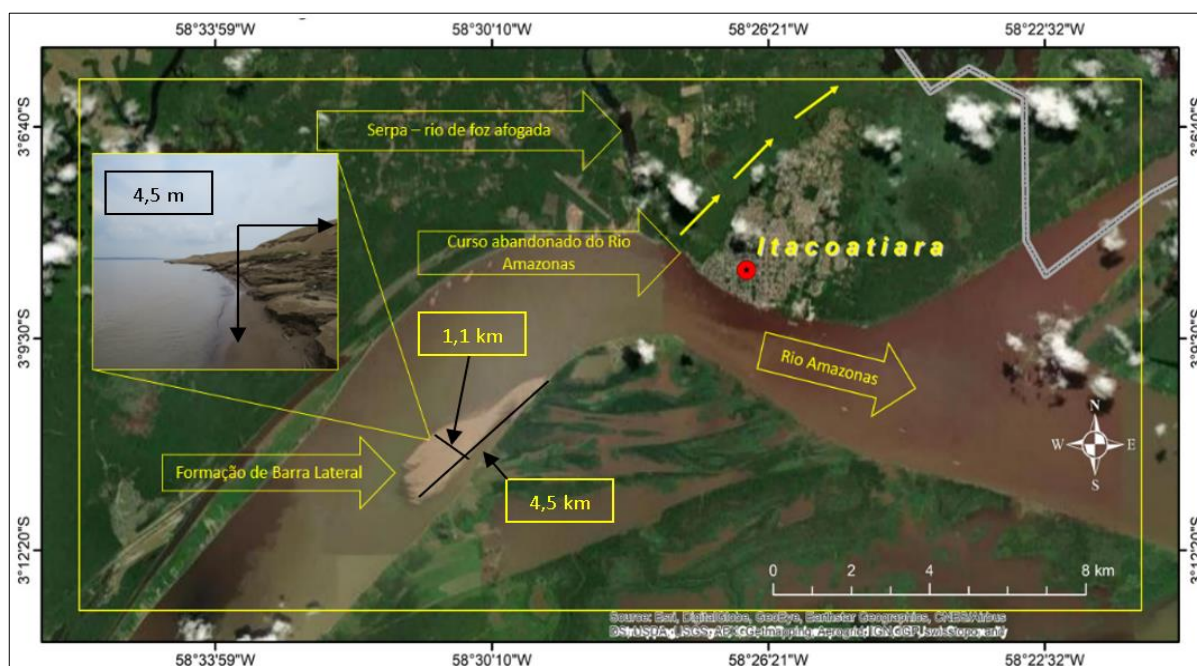
A grande mudança está ligada diretamente ao evento extremo da última grande enchente em 2021, as características da geometria do canal evidenciam tal fenômeno.

Depoimento de um morador local (Costa do Ciripá):

Isso acontece porque cai a terra do lado de cá e o barro vai embora pro outro lado levado pela força da correnteza do rio Amazonas, não vai demorar muito para emendar lá pra baixo a praia de novo, ou vai chegar mais perto da cidade de Itacoatiara. Vai dar problema para quem navega por aqui, quando tá cheio a correnteza é muito forte e isso faz aumentar o deslizamento dos barrancos de toda a extensão da Costa do Ciripá e do Surubim.

A formação apresentou em outubro de 2020, 20,5m de altura a partir do nível do rio imerso na borda interna do rio Amazonas e 4,5m na parte emersa.

Figura 26 - Em destaque, formação de barra lateral a montante da cidade de Itacoatiara – Costa do Surubim e Ciripá.



FONTE: Google EARTH, 2019. Org. Francivan Dias, 2021.

A localização da barra lateral na margem direita do canal desempenha um papel importante na dinâmica fluvial, pois ela empurra o fluxo das águas para o outro lado do rio, aumentando a pressão hidráulica junto à margem esquerda e promovendo um ajuste na geometria do canal principal do rio Amazonas.

Esse tipo de depósito por acreção lateral, as formações denominadas barras laterais, são depósitos que se formam próximo às margens onde o fluxo e turbulência do rio são reduzidos em função das características do canal, Christofolletti (1981); Suguio e Bigarella (1990).

As barras laterais são encontradas em canais de baixa sinuosidade ou em trechos retilíneos. Um dos lados da barra encosta na parede do canal, é o caso da barra no trecho que compreende a costa do Surubim e Ciripá, margem direita do rio Amazonas que fica disposta no lado do rio.

Estas deslocam-se rapidamente para jusante, distribuídas obliquamente e definindo um canal sinuoso dentro do curso principal (SUGUIO; BIGARELLA, 1990).

As barras laterais ou restingas fluviais se inserem na categoria de formas longitudinais dos rios amazônicos, com grande variedade no tamanho, oscilando desde alguns metros de comprimento e largura até centenas de metros de extensão por dezenas de metros na largura. As barras longitudinais geralmente são compostas por cascalhos e areia (SUGUIO; BIGARELLA, 1990).

Evidencia-se, então, que a geometria do canal do rio Amazonas a partir de então sofre essas alterações principalmente na sua margem direita, onde está localizado o grande depósito lateral.

Observa-se, na Figura 27 que é possível estabelecer uma tipologia em função das formas variadas dos lagos presentes nessa área em uma primeira visão genética aplicadas a eles como:

Lv – Lagos de várzeas: lagos que ocorrem na planície fluvial e estão em colmatagem⁵. São alimentados pelo rio principal que transborda nos períodos das cheias. Após a decantação dos sedimentos, devolvem, através dos furos, as águas ao rio na estiagem;

Ld – Lagos de diques: ocorre entre diques aluviais e tem forma alongada, podem acontecer pelo processo de colmatagem do tipo “*slikke e schorre*”, (do holandês: engolir e roubar), mantendo um lago entre os diques aluviais.

⁵ Condução de águas que contêm detritos minerais e orgânicos para terras baixas. A colmatagem na planície fluvial (Apfi - Planície fluvial inundável. Área aplainada resultante de acumulação fluvial. sujeita a inundações periódicas), geralmente é conjunta com a colonização vegetal.

Figura 27 - Barra lateral, influenciada por sedimentos oriundos do Rio Madeira.



FONTE: Google Earth, 2019. Org. Francivan Dias, 2022. **Ld** – Lago de dique; **Lv** – Lago de várzea.

No rio Amazonas a colmatagem dispõe os diques aluviais linearmente ao longo das margens do rio. Ele efetua também a deposição em seu leito contribuindo com a elevação do seu nível de água e possibilitando-lhe uma translação dentro da planície. Na Planície Amazônica esse tipo de lago é bastante repetitivo, posicionando-se eventualmente no interior de muitas ilhas.

Característica observada à montante da barra lateral, com a diminuição da turbulência e fluxo do rio Amazonas (Figura 28).

Figura 28 - Parte superior da barra lateral, costa do Surubim/Ciripá.



FONTE: Trabalho de campo em 10/10/2021. Foto: Francivan Dias, 2021.

Atualmente a formação desse depósito está sendo utilizado pela população da cidade de Itacoatiara e de moradores das adjacências para a prática de lazer onde se

reúnem em números expressivos para realizar torneios de futebol, voleibol, banho, piquenique e muito som ao vivo. Observa-se, portanto, a função social que passa a ter a formação de um depósito como esse ao qual a população chama de praia.

Acrescenta-se o registro de alguns encalhes sofrido por embarcações durante o processo de navegação na região onde se encontra a formação da barra lateral, até então desconhecida por alguns comandantes. Essas ocorrências se deram, na parte montante da barra lateral, mas sem grandes prejuízos para os proprietários das referidas embarcações.

4 A geometria do rio Amazonas a montante e jusante da cidade de Itacoatiara

A geometria do canal refere-se ao estudo das características geométricas e de composição dos canais fluviais, consideradas através das relações que se estabelecem no perfil transversal (CHRISTOFOLETTI, 1981).

Stevaux e Latrubesse (2017, p. 155), mencionam que:

O canal é a estrutura que o rio constrói para otimizar a energia utilizada para o escoamento da água e do material transportado. Suas dimensões quanto a geometria da seção (largura e profundidade), padrão (arranjo areal dos canais) e perfil longitudinal (pendente) dependem não apenas das características do fluxo (magnitude, velocidade e regime), mas também do tipo de substrato (rochoso ou aluvial) e da natureza (carga de fundo, suspensa ou dissolvida) e da quantidade do material por ele transportado. Os canais podem ser classificados como aluviais ou rochosos.

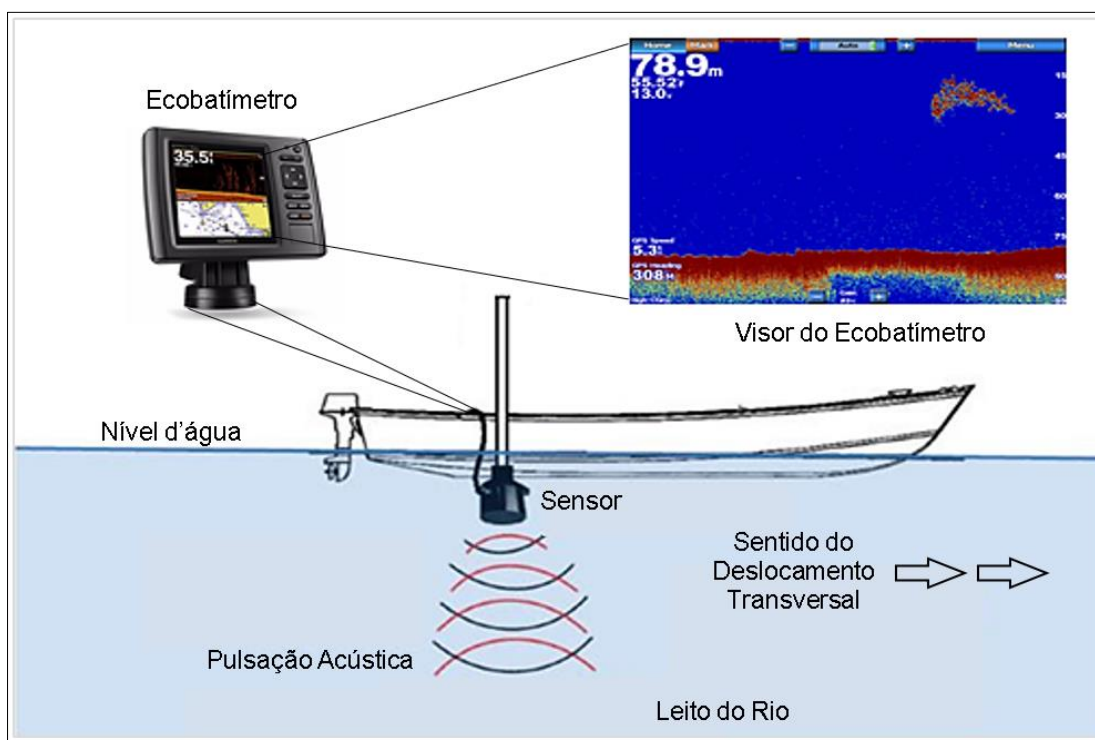
Os autores afirmam que os canais aluviais são construídos pelo próprio material transportado e estocado (aluvio) pelo rio, enquanto os canais rochosos são escavados diretamente sobre rochas do embasamento, considerando que o completo arranjo do canal se dá em diferentes escalas temporais e espaciais.

Uma vez que o fluxo de água e o suprimento de sedimento mudam com o tempo, canais aluviais estão continuamente ajustando sua forma por meio dos processos erosivos e deposicionais.

4.1 Os perfis batimétricos transversais do trecho estudado – Método de coleta de dados.

Os perfis transversais do leito do rio Amazonas em Itacoatiara, foram elaborados a partir dos dados de um ecobatímetro digital da marca GPS/Sonar Garmin Echomap 52dv. Para a realização do processo metodológico foi utilizada uma embarcação de pequeno porte (canoa de alumínio), onde em sua lateral foi instalada uma haste de madeira na posição vertical para que o sensor do aparelho fosse submerso a uma profundidade de aproximadamente 40 cm, (Figura 29).

Figura 29 - Sistema de aquisição de dados batimétricos.



FONTE: Trabalho de campo em 10/10/2020. Org. Francivan Dias, 2021.

Segundo Carvalho (2012, p. 79):

Conhecer a geometria de um canal é importante, pois, a distribuição das correntes dentro de um canal fluvial depende muito da forma transversal do seu leito, assim como o processo de erosão e deposição dos sedimentos dentro de um canal depende da posição do talvegue dentro do mesmo

A velocidade de deslocamento da embarcação de uma margem à outra durante o trabalho de campo foi de aproximadamente 5 a 6 Km/h e a cada 10 segundos se registrava em uma caderneta de campo um dado do visor do aparelho correspondente à profundidade do rio. Durante a batimetria o sensor do aparelho emite um pulso acústico que é refletido e captado novamente, fazendo o registro da profundidade. Ao emitir os pulsos de forma contínua, obtém-se o registro linear da geometria do rio a partir do percurso levantado durante a navegação.

Com o objetivo de fazer a aferição da geometria do canal com as possíveis alterações no ambiente de estudo, em 23/10/2020, em estudo de campo, foram selecionados três locais para a realizar os perfis batimétricos transversais, seguindo a sequência de registros e/ou coleta de dados (Figura 30).

Figura 30 - Local das medições batimétricas.



FONTE: Google Earth, 2019. Org. Francivan Dias, 2022.

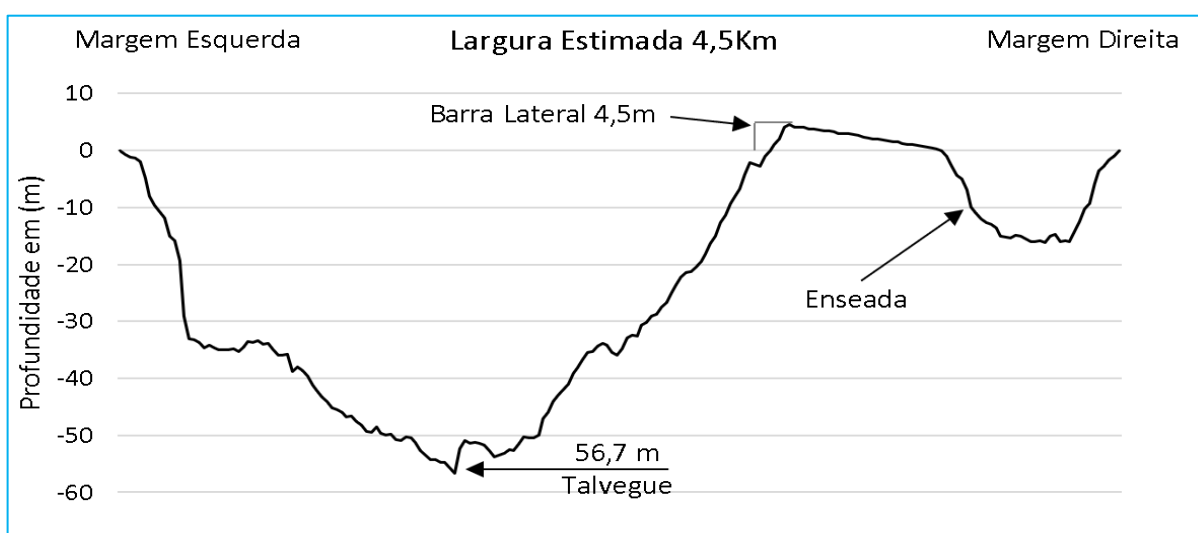
A 1ª Batimetria foi realizada na altura da Costa do Surubim/Ciripá (margem direita) e furo do Arauató (margem direita), sob as coordenadas 58°27'12" W e 3°08'40" S, entre 13:00h e 13:30h.

A largura aproximada no ponto de coleta é de 4,5km e a profundidade máxima apresentou um talvegue de 56,7m. (Figura 31). A temperatura da água registrou 30,5°C na margem esquerda e 33,8°C na margem direita do Rio Amazonas.

Neste registro batimétrico está localizada a formação de barra lateral com 4,5m de altura com relação ao nível d'água do rio Amazonas.

Neste ponto, a seção transversal também mostra o canal com leito pouco simétrico e com maior profundidade quase no meio do rio. Essa pouca assimetria de fundo é resultado da distribuição de energia dentro do canal, que não é maior nem para as proximidades da margem esquerda e direita, o trecho retilíneo do rio e a presença da barra lateral, juntamente com a formação de enseada dão uma nova configuração à geometria do canal.

Figura 31 - Perfil transversal nº 1. rio Amazonas, a montante da cidade de Itacoatiara.



FONTE: Trabalho de campo, 10/10/2020. Cota: 17,04m no porto de Manaus. Org. Francivan Dias, 2021.

A 2ª Batimetria foi realizada no ponto sob as coordenadas $58^{\circ}27'20''$ W e $3^{\circ}8'35''$ S em frente a cidade a partir do local "Usina Ceci" (Bairro da Colônia), para a margem oposta, no horário das 10:50 às 11:10h. A largura aproximada do rio é de 1.700m.

O gráfico mostra o canal com leito bem definido e com o talvegue localizado a partir do meio do rio para a margem esquerda atingindo a profundidade máxima de 92,6m (Figura 32).

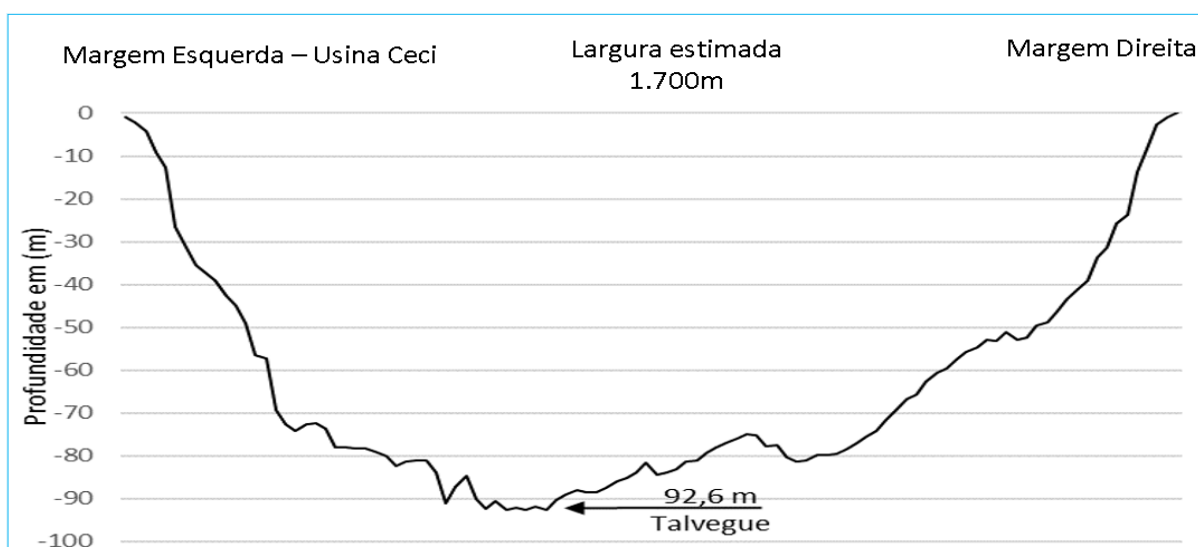
A característica do canal neste ponto da 2ª batimetria está associada à formação rochosa com presença de conglomerados e blocos de laterita presente na margem esquerda do rio Amazonas, em frente da cidade (Bairro da Colônia). A ocorrência dessas rochas na base da margem provoca turbulências no fluxo e

formando uma “ponta d’água”⁶, ao qual é muito temida pelas embarcações, principalmente no período de cheia quando a correnteza é mais intensa, aumentando a turbulência no local.

Essa formação rochosa é muito importante pois funciona como uma proteção natural para a cidade, do contrário, a erosão já teria avançado na margem e por certo não mais haveria uma cidade.

A temperatura da água registrou 32,2°C na margem esquerda e 30,1°C na margem direita do Rio Amazonas.

Figura 32 - Perfil transversal nº 2. rio Amazonas em frente a cidade de Itacoatiara.



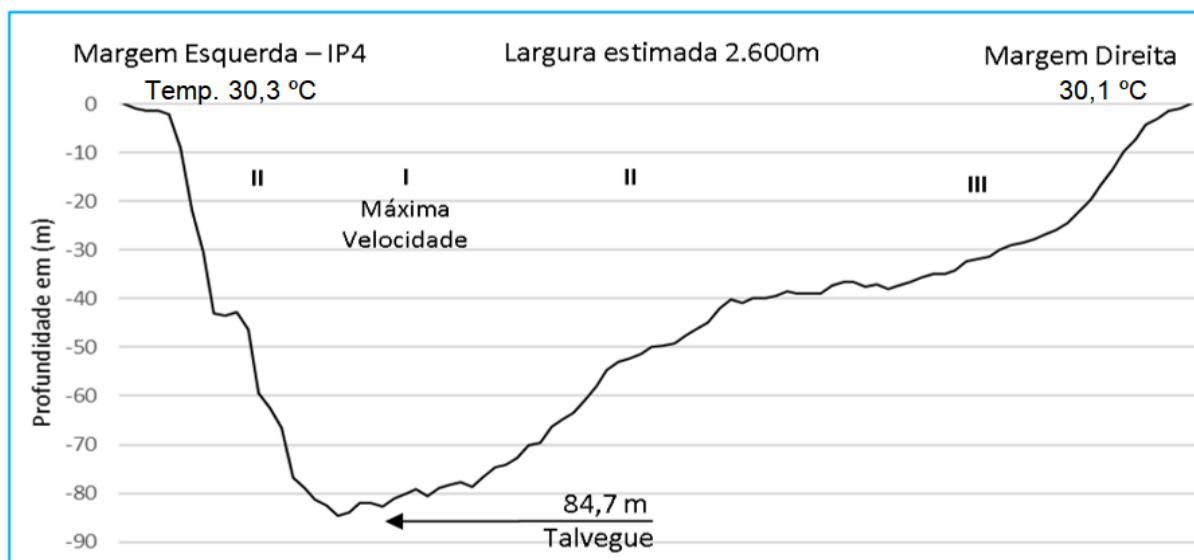
FONTE: Trabalho de campo, 10/10/2020. Cota: 17,04m no porto de Manaus. Org. Francivan Dias, 2021.

A 3ª medição batimétrica foi realizada no final da cidade, em frente a Estação Fluviométrica da Agência Nacional das Águas (ANA), localizada a jusante do perímetro urbano da cidade de Itacoatiara, sob as coordenadas 58°25'46" W e 3°09'15" S, entre as 14:00h e 14:30h.

Nesse perfil transversal observa-se que o talvegue está encaixado nas proximidades da margem esquerda, a uma distância de 500m e onde a profundidade maior chega a 84,7m, (Figura 33).

⁶ Ponta d’água é um termo regional usado para designar corrente turbulenta formada por saliência da margem no rio. Normalmente as pontas d’águas são formadas pela presença de rocha na margem do rio.

Figura 33 - Perfil transversal do rio Amazonas no final da cidade de Itacoatiara.



FONTE: Trabalho de campo, 10/10/2020. Cota no Porto de Manaus: 17,04m. Org. Francivan Dias, 2020.

Marques, (2017) considera que cada zona de máxima velocidade de um rio é acompanhada por duas zonas de máxima turbulência. Observa-se, então, que a:

Zona I do perfil batimétrico nº 03, é caracterizada por correntes onde a velocidade é mais acentuada, as quais transportam sedimentos em suspensão difundidos em seu interior.

Na zona II observa-se intensa turbulência e velocidade moderada.

E na zona III considera-se o local para onde a turbulência pode migrar ocasionando a deposição do material em suspensão difundido na zona II.

Esse local do final da cidade é de contato litológico da formação Terciária com o Quaternário (terra firme e várzea) sendo, portanto, um local de certa vulnerabilidade geológica e aos agentes atuantes dos desbarrancamentos da margem (terras caídas). Ainda assim, foi construído no local, bairro do Jauari II, um novo porto público IP4 - Instalações Portuárias Públicas de Pequeno Porte, em 2018 (FIGURA 34).

Por se tratar de uma obra de grande porte, e por estar localizado em local de limite litológico e com o talvegue relativamente próximo da margem não é de desconsiderar um grau médio de vulnerabilidade para uma construção do porte de um porto fluvial, porém, a obra só foi consolidada a partir do Tratamento de Solo Mole Monitorado – o TSM2. (DNIT, 2018).

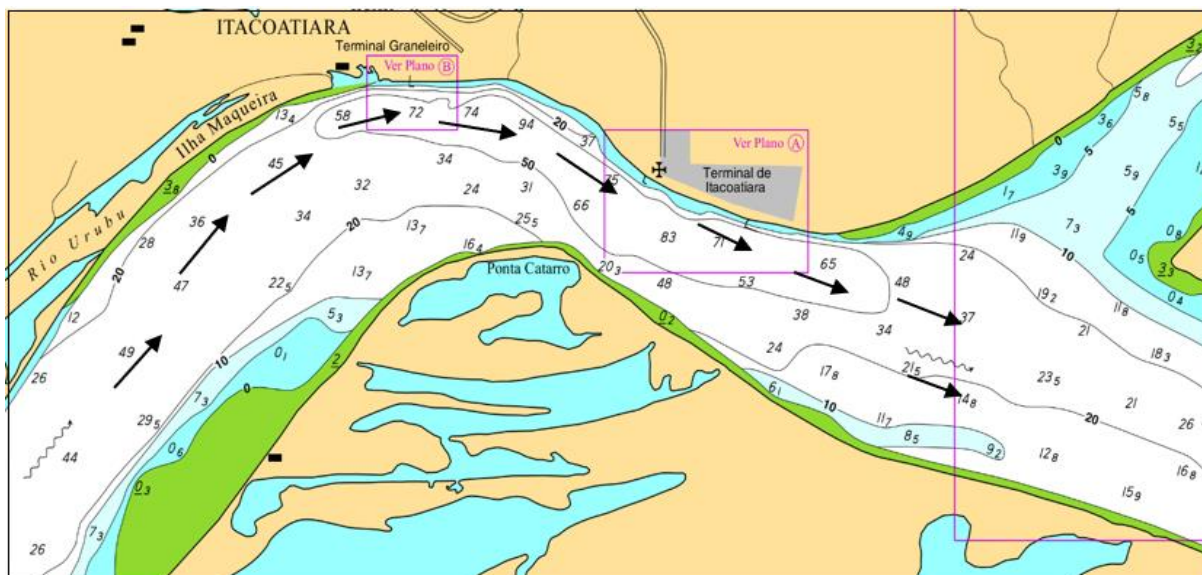
Figura 34 - Porto público IP4 (novo), Itacoatiara.



FONTE: DNIT, 2022. Org. Francivan Dias, 2022.

O recorte de carta náutica a seguir (Figura 35), reforça os dados levantados através das batimetrias realizadas em campo sobre a geometria do rio Amazonas em frente e nas proximidades da cidade de Itacoatiara.

Figura 35 - Recorte de Carta Náutica da Marinha - Itacoatiara.



FONTE: Marinha do Brasil. Org. Francivan Dias, 2022.

A média de profundidade das isóbatas apresentados na carta náutica indicam que os registros de campo, através das batimetrias 1, 2 e 3, sinalizam que o canal principal possivelmente esteja sofrendo alterações na sua geometria hidráulica,

evidenciando uma mudança gradativa no comportamento e ajuste do canal do rio Amazonas ao ser empurrado para a margem esquerda, conforme sugere a direção das setas e a formação das barras de pontal (point bar) na margem direita, em frente a cidade (Figura 35).

Neste caso, o nível de base está sofrendo um potencial de sedimentação no tempo e no espaço, oriundo, não somente das descargas sedimentológicas do Rio Amazonas, mas, possivelmente de um grande volume de sedimentos depositados no local, possivelmente em grande parte oriundos do rio Madeira à montante do ambiente analisado que eles implicam diretamente no crescimento longitudinal da barra lateral à montante da cidade de Itacoatiara.

A maior profundidade encontra-se em frente a cidade de Itacoatiara, no ponto 2 de coleta com o talvegue de 92,6 metros, isso possibilita uma análise de que ocorre, nesse trecho um maior potencial erosivo, devido à grande turbulência das águas, principalmente no período das cheias amazônicas.

As características do canal apresentadas pelos registros de profundidade, historicamente é base fundamental para agregação de estudos sobre a pujante vocação portuária que o município dispõe.

A variação de batimetria explica essas alterações em toda a sua longa extensão longitudinal e transversal, implicando na fluidez da navegação regional e local e o comportamento da geometria do canal.

5 Itacoatiara: uma cidade protegida pelas rochas lateríticas do ataque das fortes correntes turbulentas

A sede do município de Itacoatiara está localizada em um terraço fluvial mais elevado que a planície quaternária e possui forma triangular e topo plano com altitude de 26m acima no nível do mar, sua superfície é plana com declividade suave no sentido sul – norte, no perímetro do sítio urbano.

O terraço fluvial possui ocorrência de rochas lateríticas presentes em toda a margem fluvial da cidade, do bairro da Colônia (montante), Centro da Cidade e Bairro do Jauari (jusante) conforme se observa na (Figura 36).

Figura 36 - Presença de rochas lateríticas em frete da cidade de Itacoatiara.



FONTE: Alberto Carvalho (2010), Foto A – rochas lateríticas no bairro da Colônia, registro feito em 27/10/2010 durante a maior vazante do rio Amazonas. Francivan Dias (2022). Fotos B – Orla da cidade e perfil do restaurante Panorama e C – conglomerados rochosos no bairro do Jauari.

A espessura observada próximo à base da crosta lateríticas é de pelo menos dois metros. Esse estrato, juntamente a presença de grandes blocos de rochas da mesma formação lateríticas⁷ se estende em alguns trechos abaixo da superfície do rio Amazonas. Por debaixo das rochas lateríticas aparece conglomerados que possivelmente está em profundidade maior e que não aparece completamente na margem do rio, mesmo durante as grandes vazantes. Essa característica geológica protege a cidade de Itacoatiara das fortes correntes turbulentas do rio Amazonas e dificulta a retirada do material da margem, principalmente em frente da cidade (Figura 37).

⁷ Rochas formadas a partir da lixiviação de rochas sedimentares (arenitos, argilas, calcários etc.), ou metamórficas (xistos, gnaisses, migmatitos etc.), ou rochas ígneas (granitos, basaltos, gabros, peridotites etc.).

A “imagem C” foi datada em 06/01/2020 da Maxar Technologies CNES/Airbus Landsat/Copernicus. A escala de registro espacial foi 1:500m com uso da câmera 2.595m.

Figura 37 - Presença de rochas na frente da cidade e fluxos turbulentos das águas.



FONTE: Francivan Dias, 2021. A – Rochas lateríticas no porto do Jauari, lugar das Pedras; B – Crosta e Rochas Lateríticas na Colônia, Pai José; C – Imagem em 2D do Google Heart, sentido Norte-Sul apresenta parte da vista aérea de Itacoatiara.

Neste trecho do rio, mesmo com a intensa pressão hidrodinâmica não causa grandes impactos no que se refere ao processo de erosão de margem conhecidas como “terras caídas”.

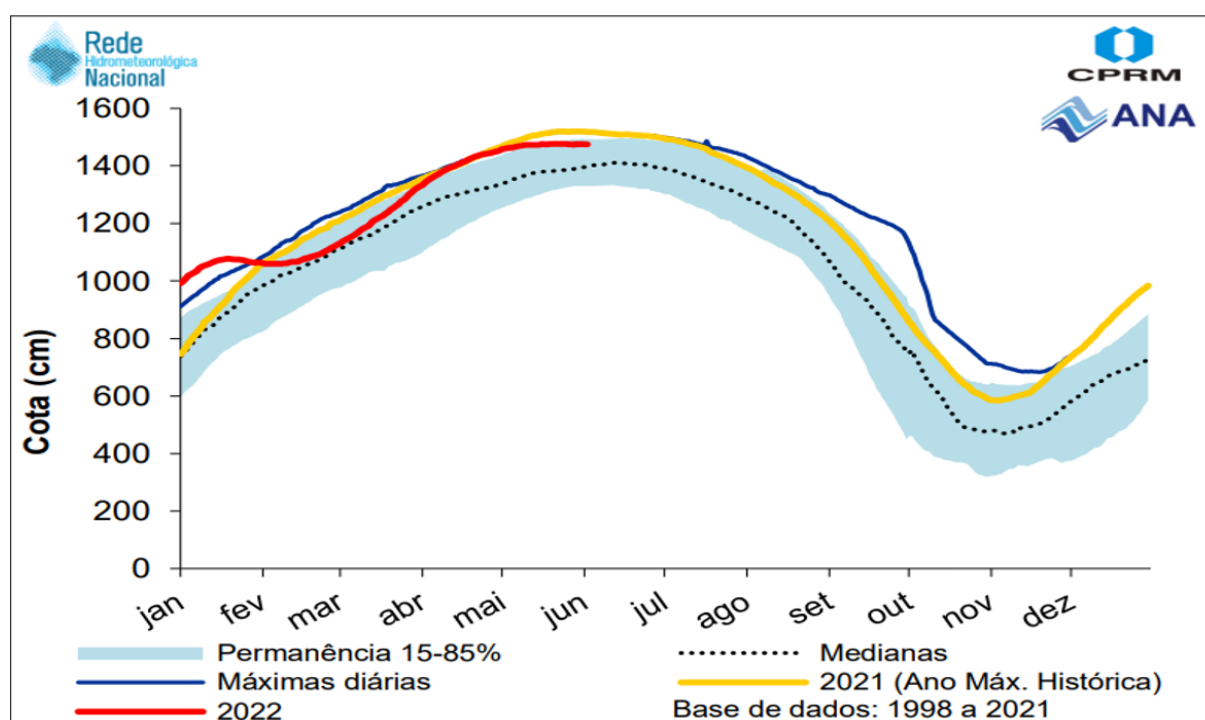
Portanto, fica evidente a importância da ocorrência das rochas lateríticas na margem, protegendo assim a cidade de Itacoatiara dos ataques do rio, no caso principalmente, da pressão da água corrente que no local é muito turbulenta.

5.1 As cheias do rio Amazonas e as implicações para as populações periféricas da cidade de Itacoatiara.

Na Amazônia a importância da água pode ser observada pelo seu regime hidrológico. Apesar da distribuição e da quantidade de chuva ser variada, o nível dos rios é marcado por dois períodos cíclicos: cheia e vazante, que influenciam na vegetação e principalmente na qualidade das águas de rios, lagos e igarapés. (MEIRELLES, 2004).

A Figura 38 apresenta o Cotograma: atual, máximas e mínimas diárias, medianas e ano de ocorrência de máxima ou mínima da estação:16030000 – Itacoatiara de 1998 a 2021. As informações foram datadas de 03 de junho de 2022.

Figura 38 - Cotograma - rio Amazonas em Itacoatiara, 1998 a 2021.



FONTE: CPRM, 2022. Cota em 03/06/2022: 14,75cm. Org. Francivan Dias, 2022.

As curvas envoltórias representadas pela faixa azul caracterizam os dados entre 15 e 85% de permanência para os dados diários de cotas.

Na prática, significa que se as cotas atuais estiverem fora desta faixa é um momento de atenção (comportamento registrado de maio a julho de 2021 e entre abril e maio em 2022), indicaram, para valores acima da faixa, um processo de cheia

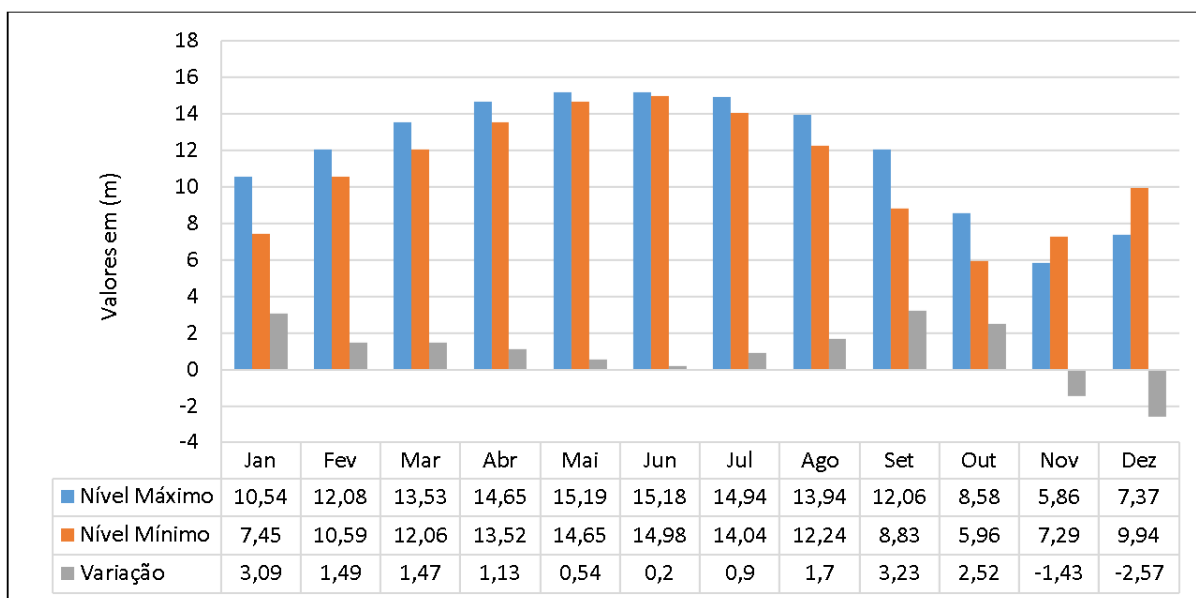
expressivo e, nos valores abaixo, um processo de vazante acentuado (dado não registrado em Itacoatiara de 1998 a 2021).

É importante ressaltar que as cotas indicadas no gráfico são valores associados a uma referência de nível local e arbitrária, válida para a régua linimétrica específica da estação local.

No município de Itacoatiara a Figura 39, apresenta o nível do rio Amazonas de janeiro a dezembro de 2021. A cota máxima aconteceu no dia 31/05/2021 com (15,19m) e a cota mínima ficou em estabilidade durante os dias 04, 05 e 06/11/2021. Após essa estabilidade, num intervalo de 12 dias (06/11/2021 a 18/11/2021) o nível voltou a subir (0,44cm), com média de (0,03mm/dia), ANA – Agência Nacional das Águas (2021).

Os dados apresentados foram selecionados no primeiro e no último dia de cada mês sempre registrando a cota máxima e a cota mínima. A maior variação aconteceu no mês de setembro (3,23cm) e a menor variação aconteceu no mês de junho (0,2cm).

Figura 39 - Gráfico do nível do rio Amazonas, de janeiro a dezembro em Itacoatiara, 2021.



FONTE: ANA – Agência Nacional das Águas, 2021. Org. Francivan Dias, 2022.

Nos meses de novembro e dezembro, entre o primeiro e o último dia dos meses subsequentes, a variação apresentou-se negativa em virtude da retomada do regime de cheia do rio Amazonas.

6 Eventos Extremos – o caso da cheia excepcional de 2021 e as implicações socioeconômicas para os moradores de Itacoatiara

Eventos extremos podem ser definidos como grandes desvios, em relação à média, de um estado moderado de componentes naturais como o regime hidrográfico, o clima entre outros, podendo apresentar frequência rara, ocorrendo em escalas de tempo que podem variar de dias até milênios (SAREWITZ et al., 2000 e MARENGO et al., 2007).

Segundo Marengo (2009), os eventos extremos mais importantes para as atividades humanas são possivelmente os extremos de curto prazo, relacionados com o tempo, e os de médio prazo, relacionados com o clima, que são eventos que podem ocasionar impactos significativos, tanto sociais quanto econômicos e ecológicos.

Assim os eventos extremos de curta duração têm sido considerados como os mais importantes.

No ano de 2021, aconteceu a das maiores cheias “evento extremo” já registrados nos últimos 119 anos relacionado ao regime de enchente do Amazonas.

De acordo com a Defesa Civil do Município de Itacoatiara, foram mapeados 20 bairros da zona urbana e 117 comunidades da zona rural que foram afetados diretamente pelas enchentes. As localidades urbanas e rurais que foram afetadas pela Inundação estão localizadas no rio Amazonas e o rio Arari.

6.1 Avaliação dos danos humanos/ambientais e prejuízos econômicos público e privados em Itacoatiara.

Segundo a SEMAS (Secretaria Municipal de Assistência Social), durante o “evento extremo” ocorrido no ano de 2021, a população ribeirinha e dos bairros periféricos de Itacoatiara encontravam-se, naquele momento, em situação de risco e exposta, sobretudo durante a enchente, com risco da perda de moradias, plantações, animais entre outros.

Vale ressaltar que a enchente colocou em risco e em vulnerabilidade social, aproximadamente 1.410 famílias na zona urbana com 20 bairros e 3.064 famílias na zona rural com 117 comunidades dividida em 6 (seis) polos, totalizando 4.474 famílias

que sofreram os impactos econômicos e sociais em virtude do “evento extremo” registrado no ano de 2021. A Figura 40 apresenta os dados relacionados ao total de famílias afetadas pela cheia na zona urbana de Itacoatiara em 2021.

Figura 40 - Quadro do total de famílias afetadas pela cheia na zona urbana de Itacoatiara em 2021.

Nº	Bairros	Quantidade de Famílias	(%)
01	Araújo Costa	31	0,92
02	Bairro da Paz	36	2,5
03	Colônia	86	6,0
04	Eduardo Braga I	10	0,7
05	Eduardo Braga II	91	6,4
06	Iracy	26	1,8
07	Jardim Adriana	13	0,9
08	Jardim Amanda	70	4,9
09	Jardim florestal	55	3,9
10	Jauari	440	31,2
11	Mamoud Amed	119	8,4
12	Moises Israel	04	0,2
13	Mutirão	39	2,7
14	Nogueira Junior	86	6,0
15	Pedreiras	64	4,5
16	Piçarreira	34	2,4
17	Prainha	69	4,8
18	São Francisco	98	6,9
19	São Raimundo	13	0,9
20	Tiradentes	26	1,8
TOTAL		1.410	100,0

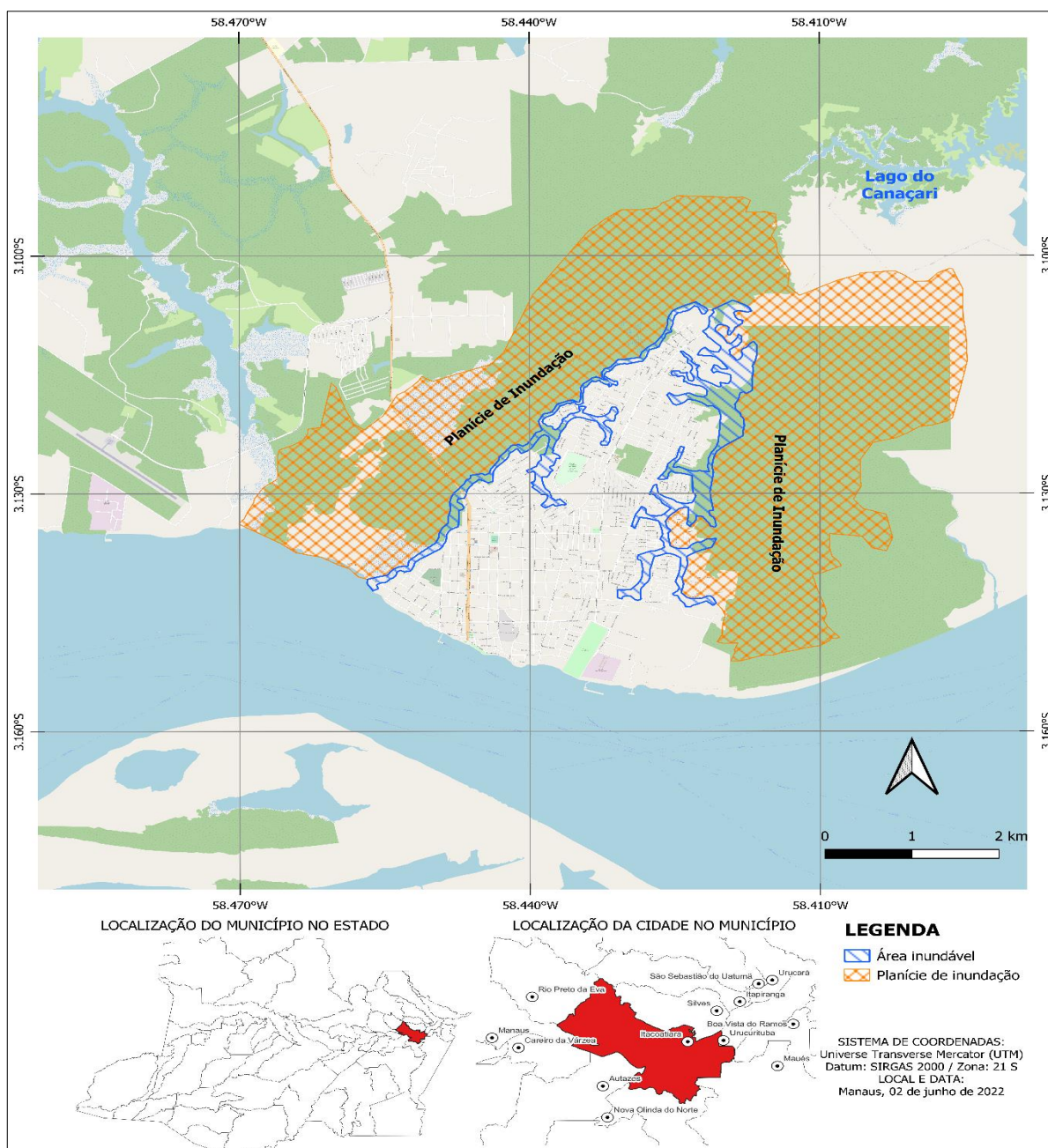
FONTE: Defesa Civil de Itacoatiara, 2021. Organização: Francivan Dias, 2021.

Com relação as questões sociais e vulnerabilidades causadas pela enchente, a SEMAS contou com a liberação de recursos oriundos da Defesa Civil do Estado e do Governo Federal, Secretaria de Estado de Assistência Social e Produção Rural, para atendimento às famílias que se encontravam, naquele momento em risco e vulnerabilidade social com "Cestas Básicas", "Gás", "Kits de Saúde e Higiene", "Kit Madeira", dentre outros insumos que subsidiaram melhores condições de vida às famílias do município de Itacoatiara vítimas da enchente.

Dos 26 bairros atuais, 20 bairros foram afetados, sendo que os bairros do Jauari (440 famílias - 31,2%) e Mamoud Amed (119 famílias – 8,4%) formam os que mais sofreram impactos e dos afetado o que menos sofreu foi o bairro Moisés Israel (04 famílias – 0,2%).

A Figura 41 a seguir apresenta informações sobre a área urbana de Itacoatiara em 2021, evidenciando que em todas as quatro zonas periféricas da cidade (norte, sul, leste e oeste), sofreram com a grande enchente “evento extremo”.

Figura 41 - Mapa da representação cartográfica de áreas inundáveis da cidade de Itacoatiara-Am.



FONTE: Base de Dados EarthExplorer (OpenStreetMap), 2022. Org. Francivan Dias, 2022.

A planície de inundação que margeia a parte oeste, norte e leste da cidade, confirma que nestas áreas ocorrem o contato litológico entre o terciário, local onde está localizada a cidade e as áreas suscetíveis às enchentes, o Quaternário.

Em virtude das necessidades da população afetada pela grande enchente, foi dado o apoio do poder público municipal, estadual e federal, tendo em vista o atendimento do trabalho social essencial aos serviços como: proteção social proativa; escuta; orientação e encaminhamentos para a rede de serviços locais; orientação sociofamiliar; referência e contra referência; informação, comunicação e defesa de direitos; acesso à documentação pessoal; articulação da rede de serviços socioassistenciais; articulação com os serviços de políticas públicas setoriais e de defesa de direitos; mobilização de família extensa ou ampliada; mobilização para o exercício da cidadania; atividades de convívio e de organização da vida cotidiana; diagnóstico socioeconômico; provisão de benefícios eventuais, um total de 215 atendimentos. Ver (Figura 42) a seguir:

Figura 42 - Quadro de resposta da Assistência Social de Itacoatiara.

AJUDA DIRETA AOS AFETADOS PELO EVENTO EXTREMO		
CLASSIFICAÇÃO	DISCRIMINAÇÃO	QUANTITATIVO (Per Capita)
Mobilização e Emprego de Recursos Humanos	Descrever e/ou detalhar, quando for o caso, o recurso humano movimentado e/ou contratado para auxiliar na ação.	15
Auxílio Financeiro	Assistência financeira destinada às famílias que foram atingidas pelo desastre.	00
Auxílio Aluguel	Assistência financeira destinada ao pagamento de aluguel às famílias que foram atingidas pelo desastre.	00
Outros Apoios	Outros benefícios destinados às famílias atingidas pelo desastre (ex: cesta básica).	200
TOTAL		215

FONTE: Defesa Civil de Itacoatiara, 2021. Organização: Francivan Dias, 2022.

A SEMSA (Secretaria Municipal de Saúde de Itacoatiara), desenvolveu um trabalho de atendimento a todas as famílias atingidas pela enchente dos rios Amazonas e rio Arari que fica em terra de várzeas, do Município de Itacoatiara, tais como prevenção e ações ambulatoriais através das equipes multidisciplinares formadas por profissionais da saúde: Enfermeiros, Técnicos de Enfermagem, Médicos, Assistente Social, Dentista, TSB, ACS's, ACE's e fiscais Sanitários da Vigilância Sanitária, que realizaram visitas domiciliares, conscientização de riscos e as consequências causadas pelo evento natural cheia do rio Amazonas.

As principais foram: gastrointestinais, dermatose, hepatite A, virose, infecção bacteriana, síndrome do gripal, toxoplasmose, leptospirose, acidente por animais

peçonhentos, que foram encaminhados para UBS (Unidade Básica de Saúde) ou para UPA (Unidade de Pronto Atendimento), ou para HRJM (Hospital Regional José Mendes).

Na saúde os números de atendimentos tiveram um aumento significativo em números de demandas crescentes nas ações de apoio logístico, visto o risco de doenças relacionadas com a água (gastrointestinais, dermatose, hepatite A, virose, infecção bacteriana, síndrome do gripal, toxoplasmose, leptospirose, acidente por animais peçonhentos) acidente domésticos e outros agravos, causando assim um grande aumento na distribuição de medicamentos e materiais para o atendimento do município de Itacoatiara na área rural, e assim garantir o bem estar e a saúde da população. Ver (Figura 43).

Figura 43 - Quadro do número de pessoas vítimas do evento extremo - Danos Humanos.

CLASSIFICAÇÃO	DISCRIMINAÇÃO	QUANTITATIVO (por pessoa)
Mortos	Pessoas que perderam suas vidas em decorrência direta dos efeitos do desastre.	3
Feridos	Pessoas que sofreram lesões em decorrência direta dos efeitos do desastre e que necessitaram de intervenção médico-hospitalar, materiais e insumos de saúde (medicamentos, médicos etc.).	5.586
Enfermos	Pessoas que desenvolveram processos patológicos. O período das enfermidades abaixo elencadas abrange em torno de janeiro de 2021 a maio de 2021.	00
	Doenças diarreicas.	1.168
	Acidentes por animais peçonhentos.	72
	Rotavírus.	1
TOTAL		6.830

FONTE: Defesa Civil de Itacoatiara, 2021. Org. Francivan Dias, 2021.

A SEMED (Secretaria Municipal de Educação), em face da emergência, mobilizou rapidamente e de maneira coordenada a visita técnica nas unidades escolares em risco, visando o levantamento dos danos causados pela cheia.

Foi feita a adequação das instalações com a construção de marombas para acomodar as mobílias e equipamentos eletroeletrônicos das escolas, realizou também informes a prestadora de serviço de energia elétrica indicando as unidades consumidores que estavam em grave risco de submersão. Procedeu a retirada de equipamentos onde

não houvera condições de construção de marombas e alocou-se em outras unidades escolares consideradas seguras.

Foi constatado, através das visitas técnicas, que as famílias em suas maiorias migraram para a terra-firme ou cidade, na casa de parentes, o que reforçou a necessidade de atenção especial ao núcleo de zona urbana pelo fato de ter recebido grande contingente de moradores da zona rural que estavam sofrendo com a maior cheia dos últimos 119 anos.

A Secretaria Municipal de Produção, Abastecimento e Políticas Fundiárias – SEMPAB de Itacoatiara, fez o levantamento das atividades na zona rural dos efeitos da enchente que ocasionaram perdas e prejuízos econômicos e sociais.

O setor primário foi um dos setores mais afetados pela cheia, onde as culturas de plantios perenes, anuais e de subsistência, das criações de pequeno e grande porte, os prejuízos com perda de animais, instalações e transportes para áreas foram afetadas. Foi detectado que a excepcional enchente afetou diretamente a renda das famílias rurais com perdas na produção de até 100%.

A Secretaria Municipal de Produção, Abastecimento e Políticas Fundiárias - SEMPAB informou à Coordenação Municipal de Proteção e Defesa Civil - COMPDEC, informou que a estimativa de perdas da produção agropecuária no município de Itacoatiara em 2021 chegou na casa de R\$ 5.043.400,00. (cinco milhões, quarenta e três mil e quatrocentos reais). Apresentado na (Tabela 3) abaixo.

Tabela 3 - Prejuízos relacionados à agricultura e pecuária no município de Itacoatiara durante a grande cheia de 2021.

SETORES DA ECONOMIA	VALOR DO PREJUÍZO
Agricultura	R\$ 2.627.400,00
Pecuária	R\$ 2.416.000,00
Valor total do Prejuízo econômico (setor privado)	R\$ 5.043.400,00

FONTE: SEMPAB, (2021). Org. Francivan Dias, 2021.

Essas perdas impactaram diretamente na economia do município que correspondiam por uma parcela expressiva das relações financeiras, principalmente com bancos financiadores das atividades primárias, comércios locais e consumidores final.

As perdas registradas por parte dos criadores das atividades pecuária também foram de grande expressividade R\$ 2.416.000,00 (dois milhões e Quatrocentos e dezesseis mil). Ver (Tabela 4) abaixo.

Tabela 4 - Criadores e animais atingidos pela grande cheia em 2021.

Atividades Pecuária			
Nº de criadores atingidos	Tipos de animais atingidos	Animais atingidos	Valor estimado da perda anual para 2021
100	Bovino de Corte (peso médio 150Kg)	500	R\$ 529.000,00
20	Bovino de leite (peso médio 150Kg)	100	R\$ 300.000,00
55	Bubalinos (peso médio 180Kg)	120	R\$ 432.000,00
30	Caprino e Ovinos	150	R\$ 34.000,00
205		TOTAL	R\$ 2.416.000,00

FONTE: SEMPAB, 2021. Organização: Francivan Dias, 2021.

Dentre as criações, os mais atingidos foram os bovinos de corte, bovinos de leite, bubalinos, caprinos e ovinos.

Após levantamento realizado pela SEMMA - Secretaria Municipal de Meio Ambiente - no dia 30 de abril de 2021 das áreas onde a enchente provocou alterações no ambiente e na vida da população Itacoatiarense. Foi detectado que mais de 90% das áreas periféricas suscetíveis ao regime de enchente já se encontravam submersas (Figura 44).

Figura 44 - Moradias tomadas pelas águas na rua Rio Solimões, bairro Mamoud Amed, 2021.



FONTE: Francivan Dias, observação de campo 2021.

Diante do exposto, foi acionado o estado de calamidade. Foram necessárias mais medidas para contornar o problema e resguardar a vida das pessoas.

Além do desespero dos munícipes que ficaram com o risco de perderem suas residências e seus móveis, citamos também as doenças que poderiam agravar a situação, uma vez que o HGJM (Hospital Regional José Mendes), já estava com sua demanda acima da média decorrente da pandemia da corona vírus – COVID19.

Foi necessária uma atenção a mais pois as doenças transmitidas pela água das enchentes, também apresentam gravidades.

Outra agravante da enchente foi a ruptura do asfalto, problema de locomoção que afetou a rotina das pessoas em diversos pontos da cidade. Diante dos fatos, ficou evidente que o município de Itacoatiara-AM, foi necessário um aporte de recursos para permitir a execução de obras emergenciais em todas as áreas citadas e outras que foram afetadas.

Isso permitiu uma sensação de acolhimento, principalmente pelas pessoas mais prejudicadas pelo “evento extremo”, evento estes que vem ocorrendo com mais frequência e maior intensidade na região amazônica.

No perímetro urbano de Itacoatiara, foram construídos 5.400 metros de pontes para facilitar o deslocamento da população pelo espaço geográfico da cidade, principalmente nos bairros que sofreram com o maior volume de inundação ocasionada pelo evento extremo.

Entre mão-de-obra e materiais o aporte financeiro foi algo em torno de R\$ 126.802,42 dos cofres públicos do município de Itacoatiara, somente no ano de 2021, no período da excepcional cheia.

No bairro do Jauari, após a grande enchente, foi feita uma desobstrução no sentido transversal na Rua Estada Stone, entre o Beco do Moura e o Beco do Lelé (Figura 45), com o objetivo de dar vazão à um grande volume de água que geralmente, em períodos de grandes cheias ficam represadas no Lago do Jauari.

Esse represamento impacta diretamente os moradores e suas residências que fundeiam seus quintais para o lago do Jauari. Os problemas são diversos, desde questões relacionadas à infraestrutura das residências, saneamento, água, esgoto,

animais peçonhentos, doenças como leptospirose, diarreia, doenças de pele entre outros.

O odor da decomposição orgânica da vegetação aquática e subaquática que fazem parte do ecossistema local associada a um grande quantitativo de lixo e resíduos produzidos pelos moradores, geralmente descartados no ambiente, também é fator-problema na composição da paisagem urbana no lago do Jauari.

Figura 45 - Desobstrução no sentido transversal na Rua Estada Stone – Bairro do Jauari.



FONTE: Secretaria Municipal de Infraestrutura – SEMINFRA, (2021). Org. Francivan Dias, 2021.

Típico problema que assola grande parte das populações urbanas que tem seu perímetro tomado pelas grandes enchentes do rio Amazonas e seus afluentes.

A Secretaria de Desenvolvimento Econômico e Articulação Política – SEMDE, avaliou os impactos econômicos sobre estabelecimentos comerciais formais e informais no bairro do Jauari. Os impactos foram significativos na sua relação comercial com o consumidor em virtude do alagamento provocado pela enchente que assolou o referido local, restringindo a mobilidade e a acessibilidade comercial, onerando o custo operacional e impactando diretamente na relação econômica nos estabelecimentos comerciais.

Segundo a SEMDE (Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico e Articulação Política) em conjunto com CDLI (Câmara de Lojista de Itacoatiara), realizaram aferição dos impactos econômicos dos estabelecimentos afetados por este fenômeno natural de formas que foram apurados os seguintes dados:

No comércio Formal, estimou-se prejuízos financeiros acumulados no período que durou a enchente alcançou o quantitativo de R\$ 1.141,000,00. (Um milhão e cento quarenta um mil reais), deste montante, 10% foi relacionado ao setor de serviços e 90% para setor de comércio e Lojistas.

Foi identificado, também que 30% perderam mercadoria e 70% não perderam mercadoria.

No comércio informal, estimou-se que os prejuízos financeiros acumulados no período que durou a enchente alcançaram o quantitativo R\$ 290.100,00 (Duzentos e noventa mil e cem reais) destes, 10% para setor de serviços e 90% para setor de comércio e Lojistas.

Com base na avaliação criteriosa das informações apresentadas conclui-se que: a documentação ao Secretário Nacional de Proteção e Defesa Civil seguindo os requisitos básicos estabelecidos na IN/MI nº 36/2020 indicou a decretação de situação de emergência no município de Itacoatiara em decorrência da dinâmica fluvial do rio Amazonas, em grande parte de abrangência de sua bacia hidrográfica, despontado como o maior evento de grande magnitude hidrológica dos últimos 119 anos em nossa região amazônica e em Itacoatiara.

É notável que o rio Amazonas na região Norte do Brasil é que dita sua dinâmica entrelaçada a uma gigantesca estrutura sistêmica, com um complexo arranjo nas suas interações naturais como seu regime hidrográfico, os aspectos hidrológicos, tipos climáticos, o relevo, sua vegetação entre outros aspectos naturais relacionando-se em parte com as ações humanas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta de compreender a dinâmica fluvial do rio Amazonas e suas interações naturais no trecho justa fluvial nas margens direita e esquerda onde se encontra a cidade de Itacoatiara e a complexidade dessas interações resultando em impactos socioeconômicos, permitiu tecer relevantes considerações sobre a ação do processo fluvial amazônico que, além de envolver uma série de fatores, já apresentam alguns problemas aos moradores locais, mesmo com grau e intensidade de média e pequena escala.

O tipo de abordagem, os procedimentos e as técnicas utilizadas, mesmo que poucas por conta do período pandêmico que se instaurou no mundo, e que teve reflexos diretos nos estudos de campo especialmente, mostraram-se em parte eficientes e possibilitaram uma visão ampla do que foi estudado e que ainda pode ser pesquisado e sistematizado em estudos vindouros. Embora algumas questões levantadas precisem de maior aprofundamento e maior tempo de observação.

A Dinâmica Fluvial do rio Amazonas que ocorre à montante e a jusante da cidade de Itacoatiara, no trecho selecionado para a realização deste trabalho apresenta um arcabouço complexo de informações e envolve uma conjunção de fatores como a pressão hidrodinâmica, fatores climáticos, geometria do canal, localização da cidade em margem côncava (esquerda), estrutura geológica (presença da formação de rochas lateríticas) encontradas em toda a margem fluvial da cidade que funcionam como impedimento natural e proteção das ações fortes correntes turbulentas do rio Amazonas e ação antrópica.

Segundo Carvalho (2006; 2012), permite-se considerar que é preciso rever alguns fundamentos da geomorfologia fluvial, pois os conceitos encontrados na literatura básica como corrosão, corrasão e cavitação não explicam a complexidade da erosão acelerada nas margens do rio Amazonas. A essa afirmativa, adiciona-se a observância de estudos futuros com maior profundidade sobre o assunto.

As análises resultantes desse estudo apontam para as seguintes interpretações culminadas a:

I. O rio Madeira, ao confluir com o rio Amazonas, exerce influência direta, principalmente pelo volume de material transportado através de sua competência que

é de grande expressividade, influenciando toda a estrutura a jusante de sua foz, principalmente as mais próximas. Evidenciando, então, que a geometria do canal do rio Amazonas a partir de então sofre essas alterações principalmente na sua margem direita, onde está localizada a grande barra lateral e a montante da Ilha do Risco, a montante da cidade de Itacoatiara.

II. A formação de barra lateral com origem de 10 anos pretéritos, aproximadamente, localizada na margem direita do rio Amazonas, a montante da cidade de Itacoatiara apresenta uma grande estrutura na sua extensão longitudinal (comprimento) e na sua composição transversal (largura). Porém, ano a ano ocorrem mudanças na sua formação, implicando no comprometimento da navegabilidade e estruturação da paisagem. Houve um aumento de aproximadamente 2 km em extensão longitudinal, tanto para montante quanto para jusante, sendo questionada principalmente pelos moradores locais, quanto pelos navegantes de pequeno, médio e grande calado. A grande mudança está ligada diretamente ao evento extremo da última grande enchente em 2021, as características da geometria do canal evidenciam tal fenômeno. A barra lateral está influenciando o fluxo das águas amazônicas para a margem oposta do canal, modificando em escala de tempo médio e longo prazo a geometria do canal e a paisagem local. Recomenda-se aos órgãos reguladores da navegação, marinha do Brasil, DNIT entre outros, a instalação de sinalizadores para promover a segurança à navegabilidade.

III. A forma do canal e a geometria transversal do leito do rio Amazonas foram elementos chaves de interpretação, pois favorecem o direcionamento da corrente principal em direção à cidade de Itacoatiara, promovendo aumento da competência do rio, porém, sem causar o aumento da erosão de fundo e consequentemente da margem, por conta da formação de rochas lateríticas que agem como inibidoras neste processo de erosão fluvial na margem. O estreitamento do rio Amazonas em frente da cidade explica um pequeno atrofiamento e, portanto, o fluxo exerce uma maior pressão neste ponto do canal. O talvegue, ao encaixar próximo a faixa justa fluvial esquerda próximo a montante, em frente e a jusante da cidade de Itacoatiara, permite que se tenha áreas de maior turbulência ao longo de toda a extensão da margem, formando inclusive macro turbilhonamentos de correntes ascendentes com muitos efeitos, principalmente em época da estiagem amazônicas, mas que, em tempos das grandes enchentes esse processo tem suas ações aumentadas significativamente.

IV. A análise dos dados fluviométricos em Itacoatiara, aponta para que o comportamento hidrológico na região amazônica projeta uma tendência crescente de enchentes e vazantes cada vez maiores denominados “eventos extremos”. São as grandes enchentes que ocorrem no médio rio Amazonas e estão condicionadas a um período de sete a oito meses do ano, enquanto a vazante se prolonga por apenas quatro a cinco, crescendo-se nesse período o aumento da vazão e velocidade do rio e a concentração de chuvas na região.

V. Com relação às implicações sociais e informações técnicas relativas ao processo natural do regime hidrográfico o último grande “evento extremo” do rio Amazonas que ocorreu em 2021, constata-se que houve interferência diretamente da dinâmica fluvial local e que, apresentou aspectos de grande relevância para a dinâmica socioespacial (rural, ‘ribeirinha’ e urbana), e seus impactos no âmbito da educação, saúde, economia, questões agrárias, saneamento, logísticas entre outras no município de Itacoatiara.

VI. Consonantes com observações empíricas e factuais, indicam que até o ano de 2010, a formação de barra lateral teve o início de seu surgimento durante a vazante junto à margem direita do rio Amazonas, costa do Ciripá e Surubim, à montante da cidade de Itacoatiara. Atualmente, essa formação está em constante transformação. A hipótese que se coloca é que, se esta formação se expandir no sentido longitudinal e transversal e consolidar, poderá desviar o fluxo principal do rio Amazonas para a margem esquerda do canal e aumentar o processo de deposição junto a margem direita do rio Amazonas em frente da cidade de Itacoatiara.

Após a pesquisa realizada, acredita-se ter contribuído para o avanço e ampliação do conhecimento sobre os agentes e mecanismos proporcionados pelo sistema fluvial e sua dinâmica que causam implicações em escalas diversas no âmbito natural e socioeconômico no município de Itacoatiara.

Por se tratar de um processo dinâmico e ainda com poucos estudos, entende-se que a discussão sobre o tema não se encerra nesse trabalho e, portanto, faz-se necessário gerar dados e novos conhecimentos para se levantar questões mais profundas que instiguem o debate científico sobre essa dinâmica fluvial amazônica em nossa região e, em especial no município de Itacoatiara-Am.

REFERÊNCIAS

- ADAMY, A. **Dinâmica fluvial do rio Madeira**. Temática; Edufro.2016.
- DAMY, A. **Mudanças ambientais da Terra**. São Paulo: Instituto Geológico, 2008. 336 p.
- ALECRIM, J. D; SANTOS JÚNIOR, E. V. C; BECKMAN, M; HIDETO, A. J. T; JOVINAPE FILHO, A. R; CARMO, M. R. **Os principais sistemas terrestres e suas relações com o geoambiente na Amazônia Ocidental**. In: RIVAS, A; FREITAS, C. E. C. (orgs.). **Amazônia: uma perspectiva interdisciplinar**. Manaus: Editora da Universidade Federal do Amazonas, 2002. p. 55-101.
- BERTALANFFY, L. von. **Teoria general de los sistemas**: fundamentos, desarrollo, aplicaciones. México: Fondo de Cultura Económica, 1993.
- BERTALANFFY, L. von. **Teoria Geral dos Sistemas**; tradução de Francisco M. Guimarães, 3ª ed. Petrópolis, Vozes, 1977, 351p.
- BERTANI, T. de C. **Sensoriamento remoto e caracterização morfológica no baixo rio Solimões, com análise de suas rias fluviais**. Tese (Doutorado) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2015.
- BIGARELLA, J. J. **Ambientes fluviais**. Florianópolis, EDUFSC, 1990. 183 p.
- CAPRA, F. **A teia da vida**. São Paulo, SP: Editora Cultrix, 2014.
- CARVALHO, J. A. L.. O berço do maior rio do mundo - As diversas expedições e caminhos para chegar à nascente do Amazonas. Revista Carta Fundamental, São Paulo, p. 32 - 35, 27 mar. 2014.
- CARVALHO, J. A. L. **Erosão nas margens do rio Amazonas: o fenômeno das terras caídas e as implicações na vida dos moradores**. 185 p. (Tese de Doutorado. Universidade Federal Fluminense, Programa de Pós-Graduação em Geografia-PPGEO/UFF) Niterói, 2012.
- CARVALHO, J. A. L. **Terras caídas e consequências sociais**: Costa do Miracauera, paraná da Trindade, município de Itacoatiara-AM. 2006. 142p. Dissertação (Mestrado no Programa de Pós-Graduação Sociedade e Cultura na Amazônia) - Instituto de Ciências Humanas e Letras, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2006
- CARVALHO, J. A. L. et. al. **Episódio de terras caídas no rio Amazonas: caso Costa da Águia**, Parintins–Am. 2007.
- CHARLTON, R. **Fundamentals of Fluvial Geomorphology**. New York: Taylor e Francis e-Library, 2008.
- CHRISTOFOLETTI, A. **A mecânica do Transporte Fluvial**. USP. São Paulo: 1977.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Edgard Blucher, 1981. vol. 1. 313 p.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. Edgard Blucher, São Paulo, 1980.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. 2ª edição, São Paulo: Editora Edgard Blücher LTDA, 2002.
- CHRISTOPHERSON, Robert W. **Geossistemas**: uma introdução à Geografia física. Tradução: Francisco Eliseu Aquino et al. 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

- CHRISTOPHERSON, Robert W. **A análise de sistemas em Geografia**. São Paulo: HUCITEC: Ed. da Universidade de São Paulo, 1979.
- CLARKE, Robin; KING, Jannet. **O atlas da água**. Tradução Anna Maria Quirino. São Paulo, Publifolha, 2005.
- CUNHA, S. B. Geomorfologia Fluvial. In: CUNHA, S. B.; Guerra, A. J. T. (orgs.) **Geomorfologia exercícios técnicas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. p. 157-189.
- CUNHA, S. B. Geomorfologia fluvial. In: GUERRA, A. J. T; CUNHA, S. B. (orgs.). **Geomorfologia: uma interpretação de bases e conceitos**. 12ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. p. 211-252.
- CUNHA, S. B. Geomorfologia Fluvial. In: Cunha, S. B.; Guerra, A. J. T. (orgs.) FELICIDADE, Norma; LEME, Alessandro A.; MARTINS, Rodrigo Constante. **Uso e Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil: velhos e novos desafios para a cidadania**. São Carlos: Rima, 2006.
- CUNHA, S. B. "Geomorfologia Fluvial". In: GUERRA, A. J. T; CUNHA, S. B. da (orgs). **Geomorfologia uma atualização de base e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand, 2013.
- CUNHA, Hillândia Brandão; PASCOALOTO, Domitila. **Hidroquímica dos rios da Amazônia**. Manaus: Governo do Estado do Amazonas; Secretaria de Estado da EMBRAPA. **Lavantamento de Reconhecimento de Alta Intensidade dos Solos do Município de Itacoatiara** - Estado do Amazonas. 2003.
- FELICIDADE, Norma; LEME, Alessandro A.; MARTINS, Rodrigo Constante. **Uso e Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil: velhos e novos desafios para a cidadania**. São Carlos: Rima, 2006.
- FERREIRA, M. A. C. **Transporte Fluvial por Embarcações mistas no Amazonas: uma análise do trecho Manaus – Coari e Manaus – Parintins**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2016.
- FILIZOLA, N. P.; GUYOT, L. G. **Fluxo de sedimentos em suspensão nos rios da Amazônia**. Revista Brasileira de Geociências 566 Arquivo digital disponível on-line no site, dezembro de 2011.
- FILIZOLA, N. P.; SILVA, A. V. da; SANTOS, A. M. C. dos; OLIVEIRA, M. A. **Cheias e secas na Amazônia: Breve abordagem de um contraste na maior bacia hidrográfica do globo**. In: T&C Amazônia, v. 9, p. 42-49, 2006.
- FUINI, L.L.; **A abordagem sistêmica e a questão da dicotomia físico/social na ciência geografia**. Bauru. S.P. p.45, 2011.
- GAMA, A.M.R; HADLICH, G.M. **A Teoria Geral dos Sistemas e a Metamorfose da Ciência**. Florianópolis, 1995.
- GERALDES, M. C. **A paleogeografia da Amazônia e as reconstruções dos supercontinentes**. In: ROSA-COSTA, L. T; KLEIN, E. L; VIGLIO, E. P. (orgs.). **Contribuições à geologia da Amazônia**. v. 5. Belém: SBGeo-Núcleo Norte, 2007.
- GONDOLO, Graciela Cristina Fernández. **Desafios de um sistema complexo à gestão ambiental: bacia do Guarapiranga**. Região metropolitana de São Paulo. São Paulo: Annablume, 1999. 162 p.

- GREGORY, K. L. **A Natureza da Geografia Física**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 367 p. 1992.
- GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (orgs.). **Geomorfologia**: uma interpretação de bases e conceitos. 12^a ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.
- GUERRA, A.T. & GUERRA A. J. T. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 1997.
- HOLLANDA, C. et. Al., **Avaliação da erosão hídrica pela alteração na superfície do solo em diferentes coberturas vegetais de uma sub-bacia hidrográfica no Município de Alegre, ES**. Seminário: Ciências Agrárias, vol. 33, núm. 4, julho-agosto, 2012, pp. 1411-1417 Universidade Estadual de Londrina Londrina, Brasil.
- HUANG, He Qing; NANSON, Gerald C. **Why some alluvial rivers develop an anabranching pattern**. Water Resources Research, v. 43, n. 7, 2007.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Geografia do Brasil: região norte**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977. 463p.
- IBGE. FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Geografia do Brasil**. Rio de Janeiro: Unidade de Relevo IBGE, 2006.
- IRIONDO, M. **Geomorfologia da planície Amazônica**. Atlas do Simpósio do Quaternário no Brasil. 1982. p. 323-348.
- IRION, G.E.; MÜLLER, J.; MELLO, J.N.; JUNK, W. **Quaternary geology of the central Amazonian lowland area**. Rev. IG., São Paulo, 1994. v.15, p.27-33.
- JOBIM, M. A. J. **Itacoatiara: estudo social, político, geográfico e descritivo**. Manaus. 1948.
- JUNK, W. J. **As águas da região Amazônica**. In: Amazônia; desenvolvimento, integração, ecologia. São Paulo: Brasiliense; (Brasília) CNPq, 1983. 45-100 p.
- JUNK, W. J.. et. al. **Classificação hidroquímica de rios da Amazônia: uma revisão sistemática e meta-análise**. Caminhos de Geografia. Uberlândia-MG. v. 21, n. 78 p. 211-226. Dez/2020.
- KNIGHTON, AD. **Fluvial Forms and Processes: A New Perspective**. Nova York, John Wiley & Sons. 1998.
- KUHN, P. A. F.; DALLAROSA, R. L. G.; SOUZA, E. B. e SENA, R.C. **Hidrologia da Amazônia dos Rios da Amazônia**. Governo do Estado do Amazonas-Secretária de Estado de Cultura, Manaus/AM. 2009.
- LATRUBESSE, Edgardo M.; STEVAUX, José C.; SINHA, Rajiv. **Tropical rivers. Geomorphology**, v. 70, n. 3-4, p. 187-206, 2005.
- LATRUBESSE, Edgardo M.; et al. **Late Quaternary megafans, fans and fluvio-aolian interactions in the Bolivian Chaco, Tropical South America**. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, v. 356, p. 75-88, 2012.
- LATRUBESSE, Edgardo M.; et al. **Damming the rivers of the Amazon basin**. Nature, v. 546, n. 7658, p. 363-369, 2017.
- LEOPOLD, L. B. & WOLMAN, M. G. 1957. **River Channel patterns, braided, meandering and straight**. U. S. Geol. Surv. Professional Paper, 282-B, 85 p.

MARQUES NETO, R. **Compartimentação do meio físico, evolução morfológica e aspectos morfotectônicos em São Thomé das Letras.** (MG). 2007.

MARQUES, R. O. et al. **Erosão nas margens do Rio Amazonas: o fenômeno das terras caídas e as implicações para a cidade de Parintins-AM.** 2017.

MARENCO, J. A.; ALVES, L.; VALVERDE, M.; LABORBE, R.; ROCHA, R. **Eventos extremos em cenários regionalizados de clima no Brasil e América do Sul para o Século XXI: projeções de clima futuro usando três modelos regionais.** Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Diretoria de Conservação da Biodiversidade, relatório 5, p. 08-62, 2007.

MARENCO, J. A. **Impactos de extremos relacionados com o tempo e o clima – Impactos sociais e econômicos.** Boletim do Grupo de Pesquisa em Mudanças Climáticas, n. 08, p. 1-5, 2009.

MEIRELLES, J. F. **O livro de ouro da Amazônia. Mitos e verdades sobre a região mais cobiçada do planeta.** Rio de Janeiro: Ediouro. 2004.

MIALL, A. D. **A review of the braided-river depositional environment.** Earth-Sci. Rev., no.13, p. 01-62, 1977.

MONTEIRO, M. Y, **O Município de Itaquatiara,** Manaus, Academia Amazonense de Letras/Editora Reggo. Manaus, 2018.

MORIN, Edgar. **A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento.** 7. ed. Rio de Janeiro; Bertrand Brasil, 2002.

MORIN, Edgar. **O Método 1: A Natureza da natureza.** Porto Alegre: Sulina, 2003 (2ª. Edição).

MUNIZ, Luciana da Silva et al. **Análise dos padrões fluviométricos da Bacia do Rio Madeira.** Brasil. 2013.

NANSON, Gerald C.; KNIGHTON, A. David. **Anabranching rivers: their cause, character and classification.** Earth surface processes and landforms, v. 21, n. 3, p. 217-239, 1996.

NANSON, Gerald C. **Anabranching and anastomosing rivers.** 2013.

NASCIMENTO, D.A., MAURO, C.A., GARCIA, M.G.L. Geomorfologia da Folha SA.21-Santarém. In: BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. **Folha SA-21-Santarém. Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra.** Levantamento de Recursos Naturais. Rio de Janeiro: MME/DNPM, 1976. v. 10, cap. 2, p. 131-98.

NOVO, E. M. L. M. **Ambientes fluviais.** In: FLORENZANO, T. G. (org.) Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. p. 219-246.

OTCA/PNUMA/OEA. **Projeto Gerenciamento Integrado e Sustentável dos Recursos Hídricos Transfronteiriços na Bacia do Rio Amazonas. Visão Estratégica para o Planejamento e Gerenciamento dos Recursos Hídricos e do solo, frente às mudanças climáticas e para o desenvolvimento sustentável da bacia hidrográfica do rio Amazonas.** Relatório Final. ANA. Agência Nacional da Água. Consultor. Gonçalves, U.C. 2006.

OUIDOR SAMPAIO. **Diário da Viagem da Capitania do Rio Negro.** Lisboa: na Typografia da Academia-1825.

- PINTO, L. A. F.; LEE, J. M.; JONQUA, J. P. C. B. **A importância do transporte fluvial para a unidade operacional da Amazônia.** XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Belo Horizonte, MG, Brasil, 04 a 07 de outubro de 2011. 13 p.
- PRESS, Frank et al. **Para entender a Terra.** Tradução: Rualdo Menegat et al. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- Projeto RADAMBRASIL. Folha SA-21 – Santarém; **geologia, geomorfologia, vegetação e uso potencial da Terra.** Rio de Janeiro, 1976.
- REBOUÇAS, A. C. da; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação.** São Paulo: Escrituras Editora, 2006.
- RÍOS-VILLAMIZAR, E.A.; ADENEY, J.M.; JUNK, W.J.; PIEDADE, M.T.F. **Physicochemical features of Amazonian water typologies for water resources management.** IOP Conf Ser: Earth Environ Sci., v. 427, 012003, 2020a. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/427/1/012003>
- RÍOS-VILLAMIZAR, E.A.; ADENEY, J.M.; PIEDADE, M.T.F.; JUNK, W.J. **New insights on the classification of major Amazonian river water types.** Sustainable Water Resources Management, v.6, 83, 2020b. <https://doi.org/10.1007/s40899-020-00440-5>
- RODRIGUES, C. A teoria geossistêmica e sua contribuição aos estudos geográficos e ambientais. In. **Revista do Departamento de Geografia USP.** 14p. 69-77, 2001.
- RODRIGUES, C.; ADAMI, S. Técnicas Fundamentais para Estudos de Bacias Hidrográficas. In: VENTURI, Luis Antônio Bittar (Org.). **Praticando Geografia-técnicas de campo e laboratório.** São Paulo: Oficina de Textos, 2005.
- ROZO, José M. G. **Evolução holocênica do rio Amazonas entre a ilha do Careiro e a foz do rio Madeira.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Ciências Exatas, Departamento de Geociências. Manaus-UFAM, 2004, 93p.
- SANT'ANNA, J. A. **Rede básica de Transportes na Amazônia.** Texto para discussão nº 562. Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas (IPEA). Brasília, 1998, 65p.
- SANTOS, M. Q., **Morfodinâmicos na confluência dos Rios Solimões-Amazonas e Negro e a organização socioespacial na Costa do Rebojão e costa da Terra Nova, no período de 1952 a 2016.** UFAM, 2018.
- SCHUM S. A. 1977. **The fluvial system.** Wiley, Chishester, 338p. 1977. SCHUM DEMAIS
- STEVANUX, José Cândido; LATRUBESSE, Edgardo Manuel. **Geomorfologia fluvial.** Oficina de Textos, 2017.
- SILVA, F.G. **Fundação de Itacoatiara** (1º volume da Trilogia Itacoatiara, 330 anos. Manaus: Governo do Estado do Amazonas – Secretaria de Estado de Cultura, 2017.
- SILVA, M. L.; BONOTTO, D. M. **Caracterização Hidrogeoquímica na Formação Alter do Chão, município de Manaus (Am).** 1st Joint World Congress on Groundwater. p. 119, 2000.
- SILVA, Miquéas Barroso da. **Análise gravimétrica de uma anomalia morfoestrutural na cidade de Manaus-AM.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Ciências Exatas, Departamento de Geociências. Manaus –UFAM, 2010, 102p.

SILVA, M.S.R.; RÍOS-VILLAMIZAR, E.A.; BRANDÃO DA CUNHA, H.; FONSECA MIRANDA, S.Á.; FERREIRA, S.J.F.; BRINGEL, S.R.B.; GOMES, N.A.; PASCOALOTO, D.; SILVA, L.M. **A Contribution to the Hydrochemistry and Water Typology of the Amazon River and its tributaries**. Caminhos de Geografia (UFU. Online), v.20, p. 360-374, 2019. <https://doi.org/10.14393/RCG207246295>

SILVA, M. S. R. da. **Bacia hidrográfica do Rio Amazonas: contribuição para o enquadramento e preservação**. UFAM - 2013.

SIOLI, H. **Amazônia - Fundamentos de ecologia da maior região de florestas tropicais**. Petrópolis-RJ: Vozes, 1985. 72 p.

SOARES, Lúcio de C. Hidrologia. In: **Geografia do Brasil**; Rio de Janeiro: IBGE, 1989.

SOUZA, E. R.; FERNANDES, M. R. **Sub-bacias hidrográficas: unidades básicas para o planejamento e a gestão sustentáveis das atividades rurais**. Revista Informe Agropecuário. Belo Horizonte, v. 21, n. 207, p. 15-20, 2000.

SOUZA, C. A. **Dinâmica do corredor fluvial do rio Paraguai entre a cidade de Cáceres e a estação ecológica da ilha de Taiamã-MT**. 173 p. (Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Geografia - Universidade Federal do Rio de Janeiro) Rio de Janeiro, 2004.

SUGUIO, K. **Geologia do Quaternário e mudanças ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 408 p.

SUGUIO, K.; BIGARELLA, J. J. **Ambientes fluviais**. Florianópolis, EDUFSC, 1990.181p

SUGUIO, K. **Mudanças ambientais da Terra**. São Paulo: Instituto Geológico, 2008. 336 p.

STERNBERG, Eli; EUBANKS, R. A. **On the concept of concentrated loads and an extension of the uniqueness theorem in the linear theory of elasticity**. Journal of Rational Mechanics and Analysis, v. 4, p. 135-168, 1955.

TEIXEIRA, Wilson et al. (Org.). **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2000.

TRICART, J. **Tipos de planícies aluviais e de leitos fluviais da amazônia brasileira**. Revista Brasileira de Geografia - IBGE. Rio de Janeiro, 1977. 3-37 p.

TUCCI, Carlos E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2. ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS: ABRH, 2001.

VELOSO, H. P.; GOES FILHO, L. **Fitogeografia brasileira: classificação fisionômica: ecologia da vegetação neotropical**. Salvador: Projeto HADAMBRASIL, 1982. 85 p.

VENTICINQUE, E.; FORSBERG, BR.; BARTHEM, R.B.; PETRY, P.; HESS, L.; MERCADO, A. et al. **An explicit GIS-based river basin framework for aquatic ecosystem conservation in the Amazon**. Earth Syst Sci Data., v. 8, p. 651-61, 2016. <https://doi.org/10.5194/essd-8-651-2016>

WICANDER, R.; MONROE, J. S. **Fundamentos de geologia**. Tradução Harue Ohara Avritcher. São Paulo: Cengage Learning, 2011.1

ANEXOS

ANEXO I. Lei nº283 de 25 de abril de 1874.

Eleva a categoria de cidade, com a denominação de Itaquiara a Vila de Serpa.

Domingos Monteiro Peixoto, bacharel formado em ciências jurídicas e sociais pela Faculdade de Direito do Recife, e Juiz de Direito, Oficial da Imperial Ordem da Rosa, Cavaleiro de Cristo, e Presidente da Província do Amazonas.

Faço saber a todos os seus habitantes que a Assembleia Legislativa Provincial decretou e eu sancionei a lei seguinte:

Art. 1º *Fica elevada à categoria de cidade, com a denominação de Itaquiara, a Vila de Serpa.*

Art. 2º *Revogam-se todas as disposições em contrário.*

Mando portanto a todas as autoridades a quem o conhecimento e execução da referida lei pertencer que a cumpram e façam cumprir inteiramente como nela se contém.

O Secretário da presidência a faça imprimir, publicar e correr.

Dada no Palácio da Presidência da Província do Amazonas, em Manaus aos 25 dias do mês de abril de 1874, 53º da Independência do Império. *I.S. Domingos Monteiro Peixoto.*

O 2º Oficial Antônio José Barreiros a fez.

Nesta secretaria da Presidencia do Amazonas, foi a presente lei, selada e publicada, aos 25 dias do mês de abril de 1874.

O Secretário.

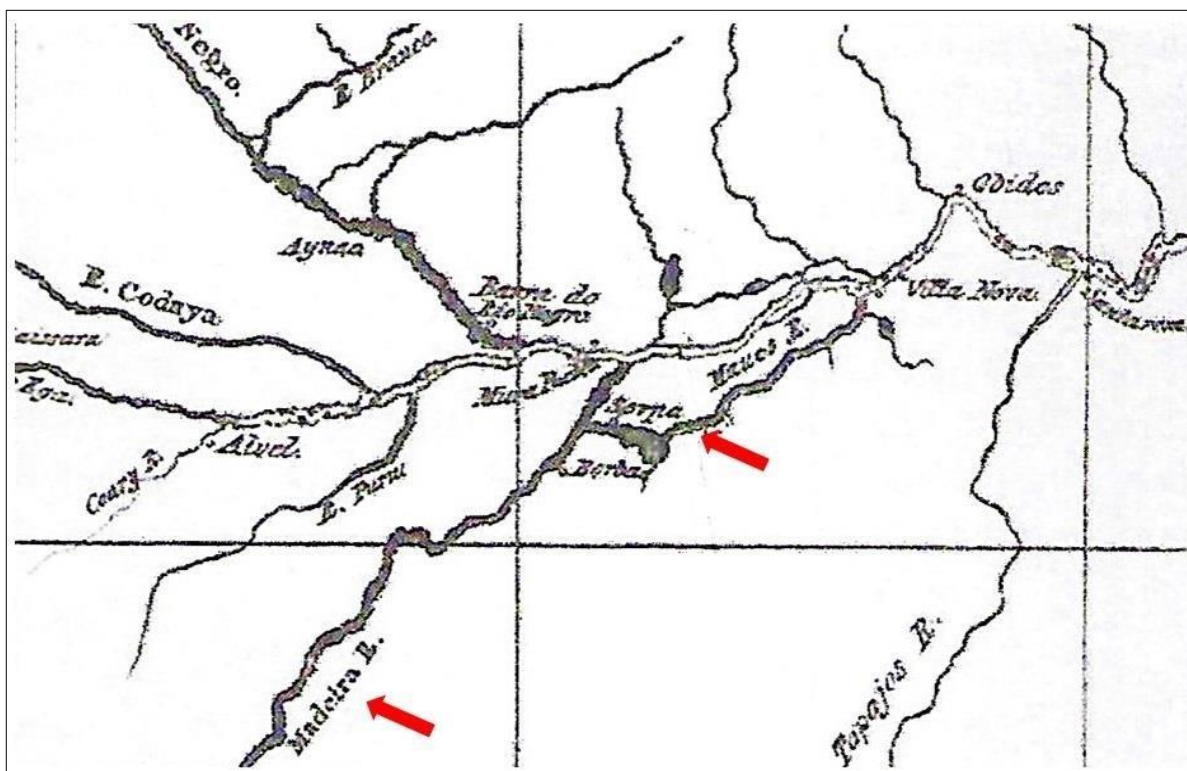
Teodoro Tadeu D'Assunção

(Coleção de Leis da Província do Amazonas, tomo XXII, parte primeira, p. 13-14, 1874, grifos nosso).

A lei estadual nº. 283, de 25.04.1874, é de autoria do deputado provincial itacoatiarense Damaso de Souza Barriga que presidiu a primeira sessão ordinária de instalação da cidade de Itacoatiara, representando nesse ato o presidente da Província do Amazonas, Domingos Monteiro Peixoto. Foram empossados como vereadores: José Serudo Martins, Júlio Ferreira Capucho, Máximo Pinheiro Lopes, Raimundo Luiz da Fonseca, João Pereira de Lira e Manoel Custódio Cavalcante, sendo secretário o senhor Manoel Antônio Martins.

(Cf. Atas da Câmara de Serpa: 05/06/1874; 11/06/1874; 11/12/1874).

ANEXO II. localização de Serpa no rio Abacaxis afluente da margem direita da bacia do Madeira.



FONTE: MAW, Henry Lister. 1829, p. 16. (versão original).