



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



**ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DO SISTEMA FLUVIAL SOLIMÕES-
AMAZONAS: ALTERAÇÕES HIDROGEOMORFOLÓGICAS E A
GEODIVERSIDADE NO MÉDIO RIO AMAZONAS**

Mônica Cortêz Pinto

MANAUS
OUTUBRO - 2024

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

**ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DO SISTEMA FLUVIAL SOLIMÕES-
AMAZONAS: ALTERAÇÕES HIDROGEOMORFOLÓGICAS E A
GEODIVERSIDADE NO MÉDIO RIO AMAZONAS**

Mônica Cortêz Pinto

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, Departamento de Geografia, Instituto de Filosofia Ciências Humanas e Sociais, como requisito para obtenção do título de doutora em Geografia.

Orientador (a): Jesúete Brandão Pachêco (Dr.^a)

MANAUS
OUTUBRO - 2024

Ficha Catalográfica

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

P659a	<p>Pinto, Mônica Cortêz</p> <p>Análise espaço-temporal do sistema fluvial Solimões-Amazonas: alterações hidrogeomorfológicas e a geodiversidade no Médio rio Amazonas / Mônica Cortêz Pinto . 2024 167 f.: il. color; 31 cm.</p> <p>Orientadora: Jesúete Brandão Pachêco Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Amazonas.</p> <p>1. Dinâmica fluvial. 2. Hidrogeomorfolgia. 3. Sociedade varzeana. 4. Geodiversidade. 5. Rio Solimões-Amazonas. I. Pachêco, Jesúete Brandão. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título</p>
-------	--

MÔNICA CORTÊZ PINTO

ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DO SISTEMA FLUVIAL SOLIMÕES-AMAZONAS: ALTERAÇÕES HIDROGEOMORFOLÓGICAS E A GEODIVERSIDADE NO MÉDIO RIO AMAZONAS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEOG) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) para obtenção do título de Doutora em Geografia. Área de Concentração: Domínios da Natureza.

Aprovada em 01 de abril de 2024.

Banca Examinadora

Presidente: Professor(a) Doutor(a) Jesuete Pachêco Brandão (Presidente - PPGEOG/UFAM)

Professora Doutora Neliane de Sousa Alves (Membro Titular Externo – ENS/UEA)

Professor(a) Doutor(a) Armando Brito da Frota Filho (Membro Titular Externo – SEMED/Manaus)

Professor(a) Doutor(a) Adorea Rebello da Cunha Albuquerque (Membro Titular - PPGEOG/UFAM)

Professor Doutor José Alberto Lima de Carvalho (Membro Titular - DEGEOG/UFAM)

Resumo

A relação entre a sociedade e os ambientes produzidos pela metamorfose fluvial dos rios de águas brancas é complexa, nessa paisagem as unidades hidrogeomorfológicas são apropriadas pelo gênero de vida que em conjunto modelam a geodiversidade no médio rio Amazonas. Especificamente o universo desta pesquisa centra-se nos ambientes de várzea do município de Iranduba e Careiro da Várzea, e na intrínseca relação entre os fatores e processos da dinâmica fluvial e o cotidiano da sociedade varzeana. Com base na breve contextualização, o objetivo geral busca compreender os padrões e tendências das unidades geomorfológicas produzidas pela metamorfose fluvial e a análise da complexa relação entre sociedade humana e os elementos que configuram a geodiversidade de um trecho do médio rio Solimões-Amazonas. Para atingir esse objetivo foram definidos os seguintes objetivos específicos: a) Identificar os fatores, processos e formas hidrogeomorfológicas que se interrelacionam ao Gênero de Vida impresso na paisagem no médio rio Amazonas; b) Cartografar as formas hidrogeomorfológicas que compõem a geodiversidade da área de estudo, e c) Caracterizar as alterações ocorridas no modo de vida varzeano a partir da dinâmica fluvial e da evolução da paisagem de 1980 a 2020. O método de abordagem está fundamentado na investigação das partes que formam o todo sistêmico, representado na impressão da paisagem e analisado perante o Paradigma da Complexidade. O método procedimental consta da aplicabilidade da pesquisa geomorfológica que compreende o arcabouço teórico, os trabalhos de campo e o emprego das geotecnologias. Os resultados obtidos apresentam como componentes integradores da impressão da paisagem, os elementos estruturais, geomorfológicos, hidrográficos e antrópicos que ao se interrelacionarem promovem a contínua busca pelo ajustamento dos sistemas ambientais e da manutenção do gênero de vida varzeano. O mapeamento hidrogeomorfológico apresenta as unidades do relevo constituídas pelas áreas de platô, conhecidas regionalmente como Terra Firme, a planície de inundação do rio Negro, e do sistema fluvial Solimões-Amazonas, a Várzea. Nas áreas de Várzea foi identificada uma declividade predominantemente média (20%), não ultrapassando valores de 60m de altitude nos terrenos sujeitos a inundação. Os modelados de acumulação mapeados foram as ilhas fluviais e as barras de sedimentos laterais e centrais, já os sistemas fluviais mapeados foram os canais fluviais dos cursos principais, os lagos de Várzea, furos, paranás, lagos adaptados a tectônica, rias fluviais e igarapés. O mapeamento da evolução da deposição de sedimentos no espaço-temporal de 38 anos (1984-2022) confirma a hipótese do aumento da deposição aluvial num trecho da área de estudo, localizado entre a Ilha da Manchararia e a jusante da Ilha do Curari. As unidades geomorfológicas e os modelado de acumulação são apropriadas e utilizadas pelas sociedades varzeanas que se ajustam a dinâmica plúvio-fluvial promovendo uma organização de suas unidades e interações, perpetuando e imprimindo seu modo de vida na paisagem. Nesse trecho que é comum a outras faixas de planície aluvial deste rio, a dinâmica das águas plúvio-fluviais dirige as relações entre homem e meio, condicionado as formas de uso da terra e da água e dos outros elementos dispostos na paisagem que compõem a geodiversidade do médio rio Amazonas.

Palavras-chave: Dinâmica fluvial; hidrogeomorofolia, sociedade varzeana.

Abstract

The relation between Society and the produced environmental by white waters river metamorphoses is complex, in this landscape the hydro-geomorphological units go through appropriation by the riverside's way of life shape the Amazon River mid-course geodiversity. This research study area focusses in the Iranduba e Careiro da Várzea municipalities' floodplain environment, and in its intrinsic relation among river dynamic's factors and process alongside riverine society way of life. Based in this brief contextualization, the main objective is Comprehend the geomorphological units' patterns and tendencies that are produced river metamorphoses, as well as analyze the complex relation between human society and the elements that mold and shape the Solimoes-Amazon River mid-course geodiversity. The secondary objectives are: a) Identify hydro-geomorphological factors, process and forms that intertwine to Way of life imprint at Amazon River mid-course; b) Cartograph hydro-geomorphological forms which are part of the study area geodiversity; Characterize the changes in riverine the way of life as from river dynamics and landscape evolution between 1980 to 2020. The approach method is based on the investigation of the parts that form the systemic whole, represented in the landscape's imprint and analyzing via Complexity Paradigm. The procedural method consists of the applicability of geomorphological research that comprises the theoretical framework, fieldwork and the use of geotechnologies. The results obtained present as integrating components of the impression of the landscape, the structural, geomorphological, hydrographic and anthropic elements that, when interrelated, promote the continuous search for the adjustment of environmental systems and the maintenance of the riverine way of life. The hydro-geomorphological mapping presents the relief units constituted by the plateau areas known regionally as Terra Firme (High Lands), the Negro River floodplain, and the Solimões-Amazonas river system varzean. In the floodplain areas, a predominantly average slope (20%) was identified, not exceeding values of 60m in altitude on land subject to flooding. The accumulation models mapped were the river islands and lateral and central sediment bars, while the river systems mapped were the river channels of the main courses, the floodplain lakes, holes, paranás, the lakes adapted to tectonics, river rias and streams. The evolution of sediment deposition mapping the over a 38-year space-time period (1984-2022) confirms the hypothesis of increased alluvial deposition in a section of the study area, located between Manchararia Island and downstream of Curari Island. The geomorphological units and the accumulation models are suitable and use by riverine societies whom adjust to the rainfall-river dynamics promoting the organization of its units and interactions, prolonging and imprinting their Way of life in the landscape. The dynamic describe in this area is recurring in this river floodplain, the rainfall-river water dynamics drive the relation between man and environment, conditioning the use typologies of land, water and other elements belonging the landscape whom are part of Amazon River mid-course geodiversity.

Keywords: River dynamics; hydrogeomorofolgy, riverine society.

Epígrafe

Agora se sabe que vento e planície,
floresta e água interagem intimamente,
percebendo-se que toda e qualquer coisa
na Amazônia, do mais ínfimo ser vivo à
ação dos homens, deve ficar sob a
influência deles.

Hans Bluntschli, 1918.

Das suas gotas
O gigante surgiu
Das rochas, a sua cor
Ayakamaé se fez na lenda
Amazonas kamaé.

Ronaldo Barbosa.

Agradecimentos

Agradeço imensamente a proteção e a saúde que Deus na sua infinita bondade me concede todos os dias, e que me permitiu a conclusão desta pesquisa.

Meus sinceros agradecimentos a minha querida orientadora Profa. Dr^a Jesuete Brandão pelos conhecimentos, por acreditar que seria possível e acima de tudo pela paciência que teve para comigo no decorrer do estudo. Que se estenda a sua família em Parintins que tão generosamente me acolheu nesse período.

Ao meu tio Willer pela ajuda sempre presente com os procedimentos de sensoriamento remoto e por abrir as portas da sua casa de tão bom grado.

A Dra. Neliane Alves pelo carinho e pelas relevantes contribuições a este estudo no Exame de Qualificação.

Ao seu Manoel, o barqueiro que nos levou pelos caminhos de rio nos trabalhos de campo, pessoa simples e de profundo conhecimento da geodiversidade do médio rio Amazonas.

A minha amiga Gézica Prado e ao parceiro Bruno pelo auxílio nos trabalhos de campo, e a Carla da Silva, amiga e moradora da Ilha do Curari que tanto me auxiliou com os dados e registros fotográficos.

Ao meu grande amigo Armando Frota Filho pelas instigadoras discussões geográficas e pela palavra sempre amiga.

A Capes pela concessão da bolsa de pós-graduação, indispensável a realização desta pesquisa.

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia por oportunizar esse nível de pesquisa e pelo auxílio financeiro em um dos trabalhos de campo.

Ao meu companheiro, Epaminondas Dourado que me deu seu tempo, seu carinho, incentivo e força para concretização dessa etapa.

A minha amada mãe agradeço a torcida e a felicidade que recebeu a notícia que eu alcançaria mais um degrau nos estudos.

Obrigada mãe, por tanto e por tudo, eu te amo!

Dedicatória

Dedico à minha mãe (*in memoriam*) cabocla da água barrenta que nunca esqueceu seu lugar de juventude na beira do rio Amazonas, e que com a mesma garra dos ribeirinhos amazônidas me criou sozinha e ensinou as preciosas lições da vida, entre elas, o estudo.

E ao meu filho, Rafael, que me trouxe mais motivos para prosseguir e sorrir.

Lista de figuras

Figura 1: Diagrama das categorias de análise que compõem o aporte teórico do estudo	25
Figura 2: Fluxograma representativo das etapas seguidas no desenvolvimento da pesquisa...	28
Figura 3: Seleção de imagens da área de estudo do satélite Landsat 5.	30
Figura 4: Seleção de imagens da área de estudo do satélite Landsat 8	31
Figura 5: Processamento das imagens Landsat.	32
Figura 6: Processamento das imagens Landsat. Composição colorida	32
Figura 7: Técnica de mosaico das cartas topográficas	33
Figura 8: Cartas topográficas da área de estudo	34
Figura 9: Utilização dos dados SRTM no software Globalmapper.....	34
Figura 10: Definição dos perfis topográficos a partir dos interflúvios.....	35
Figura 11: GeoPortal TerraClass	38
Figura 12: Dados cartográficos adquiridos no TerraClass	38
Figura 13: Padronizações da classificação de uso e cobertura da terra	39
Figura 14: Áreas de afloramento das formações Iça, Solimões e Alter do Chão	41
Figura 15: Esboço da geologia da área de Manaus.	42
Figura 16: Estruturas neotectônicas maiores da região leste do Amazonas	43
Figura 17: Ilha da Terra Nova localizada as margens do rio Amazonas.....	45
Figura 18: Costa do Jatuarana, margem esquerda do rio Amazonas.....	46
Figura 19: Esboço geológico-tectônico da região do Encontro das Águas	47
Figura 20: Tipos de rios da Amazônia conforme a classificação de Sioli (1964).....	56
Figura 21: Carta de chuvas médias anuais para a Bacia Amazônica.....	66
Figura 22: Chave de interpretação das diferentes formas e padrões de drenagem.....	82
Figura 23: Chave de interpretação com a representação das diferentes formas e padrões do relevo existentes	84
Figura 24: A influência do rio Solimões-Amazonas com a contribuição de sedimentos.....	86
Figura 25: Planície fluvial do Solimões-Amazonas	87
Figura 26: Mosaico tridimensional dos dados SRTM e Aster	91
Figura 27: Perfil topográfico 1.	92
Figura 28: Perfil topográfico 2.	93
Figura 29: Perfil topográfico 3.	94
Figura 30: Aplicação de técnicas de processamento digital de imagens.....	95
Figura 31: Barras de canal na área de estudo.	100
Figura 32: Evolução da Ilha da Machantaria.	101
Figura 33: Depósitos recentes na Ilha da Machantaria.....	102
Figura 34: Ilha da Machantaria.....	103
Figura 35: Gráfico das medidas pluviométricas no rio Solimões, Estação Beruri.....	112
Figura 36: Gráfico das medidas fluviométricas no rio Solimões, Estação Beruri.....	113
Figura 37: Gráfico das medidas pluviométricas no rio Solimões, Estação Iranduba	114
Figura 38: Gráfico das medidas fluviométricas no rio Solimões, Estação Iranduba.....	115
Figura 39: Gráfico das medidas fluviométricas no rio Solimões, Estação Careiro da Várzea	116
Figura 40: Gráfico das medidas pluviométricas no rio Solimões, Estação Careiro da Várzea.	116
Figura 41: Vazante fluvial do Paraná do Curarizinho	118
Figura 42: Uso dos componentes associados ao curso fluvial.....	124
Figura 43: Depósitos arenosos que formam as praias na planície de inundação do rio Negro..	125
Figura 44: Portos fluviais.	126

Figura 45: Documentos que mostram o uso e a apropriação da terra na Ilha da Paciência ...	128
Figura 46: Senhor Manoel Maia.....	130
Figura 47: Plantio de bananeiras registrado no mês de maio	131
Figura 48: Surgimento da Ilha Nova (Comunidade do Baixio - Iranduba).....	132
Figura 49: Ilha Nova (Comunidade do Baixio - Iranduba)	132
Figura 50: Comunidade do Baixio localizada no ambiente de Várzea do rio Solimões-Amazonas (Iranduba -AM).	133
Figura 51: Costa da Comunidade do Baixio.....	134
Figura 52: Espécies arbóreas típicas de áreas de Várzea.....	135
Figura 53: Mosaico de imagens das grandes embarcações	136
Figura 54: Estruturas utilizadas na criação de gado.	137
Figura 55: Campos naturais de Várzea.....	138
Figura 56: Plantios na Ilha do Xiborena.....	139
Figura 57: Comunidade no Paraná do Xiborena (Ilha do Xiborena).....	140
Figura 58: Um agricultor na margem direita do paraná do Careiro examina a terra.....	141
Figura 59: Paraná do Curarizinho na vazante fluvial de 2023.	142
Figura 60: Efeitos da estiagem em 2023	142
Figura 61: Construção de barragens na Comunidade do Curarizinho.....	143
Figura 62: Início da cheia fluvial na área de estudo	144

Lista de mapas

Mapa 1: Localização da área de estudo	23
Mapa 2: Unidades Geomorfológicas da área de estudo	48
Mapa 3: Curvas de nível da área de estudo.	88
Mapa 4: Dados SRTM com aplicação da técnica de realce e contraste	89
Mapa 5: Dados do Aster	90
Mapa 6: Modelo bidimensional do relevo gerado a partir da fusão dos dados SRTM e Aster.	96
Mapa 7: Lineamentos da área de estudo.....	98
Mapa 8: Classes de declividade da área de estudo	99
Mapa 9: Unidades geomorfológicas da área de estudo	104
Mapa 10: Cartografia da rede de drenagem da área de estudo.....	107
Mapa 11: Cartografia de uso e ocupação da terra na área de estudo.....	122
Mapa 12: Cartografia da evolução dos depósitos fluviais 1984-2022	145

Sumário

INTRODUÇÃO.....	16
Problematização e objetivos	18
Resumo dos capítulos	20
Universo da pesquisa	21
ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS.....	24
Método de Abordagem	24
Método Procedimental.....	26
Etapas da pesquisa	26
Processamento Digital de Imagens e Geoprocessamento.....	28
Protocolo de Inventariamento Geográfico.....	35
TerraClass	37
CAPÍTULO I.....	40
A rede de conexão entre os atributos geográficos físicos e humanos que configuram a geodiversidade no médio rio Amazonas.....	40
Embasamento geológico-geomorfológico	41
Fatores controladores da rede de drenagem – lineamentos, falhamentos e afloramentos	44
Domínios morfoestruturais – compartimentação do relevo na paisagem amazônica.....	48
Fatores e processos da dinâmica fluvial – Nível de base, declividade, erosão fluvial, dinâmica fluvial (erosão ⇔ transporte ⇔ deposição)	49
O trabalho dos rios – Erosão ⇔ transporte ⇔ deposição.....	51
Caracterização hidrográfica do grande rio – o Sistema fluvial Solimões-Amazonas.....	55
Caracterização e classificação dos sistemas fluviais amazônicos.....	56
Dinâmica das águas amazônicas e suas relações com regimes plúvio-fluviais.....	65
Unidades geomorfológicas no contexto amazônico - Terras Firmes e a Várzea.....	67
O gênero de vida varzeano – estratégias varzeanas e o uso e ocupação da terra.....	72
CAPÍTULO II.....	80
Mapeamento hidrogeomorfológico e a caracterização da geodiversidade da paisagem a partir da cartografia das unidades geomorfológicas e fluviais.....	80
Chaves de Interpretação.....	81
Planície Fluvial (Apf)	85
Barras de canal.....	100
Ilhas fluviais.....	102
Planície e Terraço Fluvial (Aptf)	105
Platô	105

CAPÍTULO III	108
Alterações ocorridas no modo de vida varzeano a partir da dinâmica fluvial e da evolução da paisagem de 1980 a 2020.	108
Ciclo hidrológico e fatores condicionantes na dinâmica do Sistema fluvial Solimões-Amazonas.....	110
Análise de dados hidrológicos de um trecho médio do rio Solimões-Amazonas (municípios de Manacapuru-Iranduba-Careiro da Várzea)	111
Eventos climáticos e as consequências para a sociedade varzeana	116
O gênero de vida que se apresenta na paisagem da área de estudo	120
Conclusões.....	149
Referências	153

Apresentação

A dinâmica e periodicidade dos processos que compõe os estudos geomorfológicos fluviais englobam uma gama de conhecimentos, conceitos que não se prendem aos rios, mas indicam a necessidade de conhecer e entender todas as partes que se ligam a um todo.

Processos e mecanismos decorrentes da dinâmica fluvial dependem de variados fatores externos e internos, como clima, vegetação e controle geológico emitindo respostas diferentes de acordo com o ambiente em que estão inseridos e a oscilação de energia no sistema.

A Amazônia por possuir aspectos naturais de grande escala de magnitude apresenta uma dinâmica de alta complexidade que necessita de estudos que compreendam as relações físicas e humanas, da qual o homem é contribuidor e agente modificador mesmo em pequenas escalas.

As variáveis hidrológicas como vazão, variação do nível da água, velocidades de fluxo, tipos de canais e padrões fluviais, profundidade e largura dos canais, gradiente, e a tríade dos processos fluviais, erosão, transporte e deposição de sedimentos possuem uma nova conotação na medida em que transformam as paisagens, modificam o cotidiano de uma comunidade e nos permitem entender como os processos geodinâmicos estão presentes no tempo e no espaço.

Na Amazônia as condições climáticas e a sua localização na faixa da linha do Equador conferem a região altos índices pluviométricos, onde no estado do Amazonas se traduz em duas estações bem definidas, uma chuvosa e outra mais seca. Esse regime pluviométrico associado as formações geológicas, geomorfológicas, pedológicas, a cobertura vegetal e rios ainda em formação proporcionam mudanças significativas na paisagem e nas práticas de apropriação da terra pelo homem, bem como sua relação social e ambiental com o meio.

O entendimento de conceitos, estudos de caso, e pesquisas acadêmicas, pautados nos estudos geográficos relacionados aos conhecimentos das comunidades ribeirinhas possibilita uma vivência nas experiências da dinâmica da paisagem nas margens de grandes rios.

Desta forma a importância de estudos de cunho geográficos a partir da geomorfologia fluvial consiste na aprendizagem pelas quais são formadas as paisagens, relevos, estruturas, surgimento e desaparecimentos de terras, erosão, transporte deposição de sedimentos associadas a dinâmica dos rios, fornecendo um amplo leque do saber auxiliando na compreensão dos padrões fluviais existentes nas categorias do tempo e espaço.

INTRODUÇÃO

A adequação dos sistemas naturais às condições humanas, e a submissão que estes impõem ao homem são fatores condicionantes a diversificação das paisagens na medida em que são construídos os fatos socioculturais sobre o arcabouço geológico-geomorfológico.

Essa simbiose representa a intersecção dos estudos geográficos e se mostra na impressão da paisagem, modelada por processos e agentes da dinâmica endógena e exógena, e das mudanças de paradigmas experimentadas pelas sociedades ao longo dos períodos históricos, de sistemas agrários arcaicos à revolução do meio técnico-científico-informacional.

Assim, a evolução do modelado da superfície depende da disposição dos componentes, dos fatores limitantes que a condicionam, e dos processos que agem nesse conjunto de interações. É nesse conjunto de paisagens do substrato rochoso, do resultado do intemperismo de materiais que formam os solos, do escoamento de sedimentos em canais fluviais, dos agentes biológicos, da disposição das regiões geográficas nas zonas climáticas e das contribuições humanas que se expressa a geodiversidade.

A existência humana e suas interações com os componentes naturais regidas pela energia presente no sistema refletem a formação da geodiversidade de uma região. Formada por uma variedade de ambientes, fenômenos, e processos ativos, a geodiversidade compõem a estrutura de vida na Terra e outros depósitos superficiais de origem antrópica, cujos processos e formas refletem seus valores e cultura (Stanley, 2001).

Na totalidade do que está expresso a geodiversidade destaca-se uma rede de relações tecida sobre a leitura de um fator integrante e essencial a vida biológica e cultural, a água. Os cursos d'água se constituem um elemento integrador na complexa e derivada rede dos componentes físico-químicos, ecológicos e antrópicos que integra o todo, influencia e recebe interferências das partes induzindo a perturbações no estado de equilíbrio dos sistemas ambientais.

No funcionamento do sistema que integra as atividades humanas e as forças transformadoras da natureza está imbricada a totalidade das partes, cujo princípio da auto-eco-organização tem um valor hologramático ligado ao fato de que cada ponto possui a quase totalidade da informação do todo, não só a parte está no todo; o todo está no interior da parte que está no interior do todo (Morin, 2005. p. 88).

O funcionamento do todo participa da intensidade e disponibilidade das condições de fluxo, matéria e energia direcionando a função dos componentes na rede de conexão que

envolvem os sistemas ambientais. Testemunha dessa dinâmica, as redes hidrográficas cumprem um papel decisivo de valor ambiental, ecológico e social.

Na Amazônia, a água é um fator predominante e integrante e assim como em outras regiões, essencial a sobrevivência, as condições ecológicas, as reações físico-químicas e ao ritmo das atividades socioeconômicas, “representa um anel na cadeia de relações mútuas entre geologia, clima, propriedades do solo, física e química da água e a biologia da mesma” (Sioli, 1951, p. 4).

Pode-se dizer que nessa região a água e seus processos associados se sobressaem em meio a um conjunto de elementos que formam sua geodiversidade. Sua dinâmica altera as paisagens, e é um fator determinante em sistemas ecológicos e ambientais conduzindo as atividades humanas. Esse elemento também é reconhecido como o agente geomórfico fundamental e tem papel significativo na produção das formas do relevo (Sternberg, 1998).

Essas águas modelam, controlam e são condicionados por agentes e processos externos e internos que promovem mudanças e ajustamentos no relevo e na paisagem, sendo “os rios poderosos agentes geomorfológicos capazes de erodir, transportar e depositar sedimentos” (Novo, 2008. p. 222).

A energia presente nos sistemas fluviais entre outros predicados impulsiona a capacidade e competência do rio de exercer a tríade da geomorfologia fluvial, erosão, transporte e sedimentação de materiais. A predominância de um deles, junto a natureza e quantidade de material transportado definirá o tipo, o tamanho e a forma dos canais fluviais e da planície aluvial (Stevaux e Latrubesse, 2017, p. 119).

Essa dinâmica movimenta a configuração da paisagem amazônica produzindo processos, materiais e formas que produzirão alterações no terreno com a construção de novas unidades do relevo a partir da sedimentação, a mobilização de materiais a partir da erosão fluvial e dos movimentos gravitacionais de massa, as mudanças sazonais do nível da água, e a abertura e o fechamento de canais, entre outras feições.

Problematização e objetivos

O entendimento da geodiversidade que se apresenta num trecho do rio Amazonas compreende a identificação de fatores e processos que atuam na manutenção do estado de equilíbrio do sistema. Paralelo a esse funcionamento estão as relações sociais que se adaptam e interferem nos ambientes historicamente ocupados.

As atividades antrópicas que se desenvolvem e perpetuam histórica e culturalmente nas várzeas do rio Amazonas ocupam as unidades do relevo de acordo com suas necessidades e com as possibilidades que a dinâmica hidrogeomorfológica permite.

Nesse gênero de vida as atividades socioeconômicas e culturais são orientadas pelo trabalho das águas. São aproveitados entre outros fatores naturais dos ambientes de várzea, os solos fertilizados pelos sedimentos transportados pelo rio Amazonas, as formas derivadas da deposição e fixação de sedimentos, e os acessos criados em período de cheia fluvial.

Por outro lado, a inundação periódica das várzeas deixa submerso os solos utilizados para plantios, criações e habitações. Os “caminhos de rio” e as atividades comerciais, escolares e sociais podem ficar comprometidos dependendo da intensidade da vazante fluvial.

A questão que se levanta mostra esses dois lados antagônicos e indissociáveis abordados pela linha de pensamento do princípio dialógico, onde a “associação complexa, antagônica, e complementar de instâncias é necessária ao funcionamento de um fenômeno organizado” (Morin, 2015. p.110).

De um lado, o meio físico, do outro as sociedades humanas. Essa dualidade assume posto de caráter geográfico devido à existência entre a atuação dos sistemas ambientais e as limitações que a rigidez da natureza impõe as práticas sociais.

Nesse ensejo, o questionamento deste estudo busca a compreensão dos fatores e processos hidrogeomorfológicos e as práticas antrópicas que modelam a geodiversidade de um trecho do médio rio Amazonas¹.

A identificação e compreensão dos tipos de fatores e processos que atuam na dinâmica geomorfológica fluvial e condicionam as atividades humanas apontam para o direcionamento de padrões e tendências ambientais. Também as interferências humanas pressupõem a análise

¹ O Alto Curso do rio Solimões-Amazonas inicia-se na nascente nos Andes peruanos até o município de Fonte Boa (estado do Amazonas) em território brasileiro. O Médio rio Amazonas está localizado entre o baixo rio Solimões e o baixo rio Negro no entorno do Encontro das Águas até os limites da cidade de Itacoatiara. A partir desse município até o estuário do rio está identificado o Baixo Amazonas.

de suas práticas numa busca pela manutenção das relações sociais, econômicas e culturais que configuram o uso e ocupação da terra e o gênero de vida ribeirinho.

Nesse ensejo, a pesquisa tece a hipótese fundamentada nos estudos geográficos de caráter amazônico, onde são observadas a complexa relação entre os sistemas naturais e humanos convivendo numa situação de causa e efeito, imprimindo na paisagem o resultado dessas interações. No somatório das partes que se evidencia na dinamicidade dessas interações a hipótese que se apresenta consiste no seguinte questionamento:

Os sistemas hidrogeomorfológicos estão sendo alterados a partir da intensificação dos processos de mobilização e deposição de materiais, causando alteração na impressão da paisagem e nas atividades ribeirinhas, reconfigurando os componentes que formam a geodiversidade das várzeas no médio rio Amazonas?

Assim, a pesquisa busca a análise da complexa relação entre a sociedade e os ambientes produzidos pela metamorfose fluvial dos rios de águas brancas, onde as unidades hidrogeomorfológicas são apropriadas pelo gênero de vida que imprime na paisagem seus modos de uso e ocupação, modelando a geodiversidade da área de estudo. Com base nessa breve contextualização os objetivos desta pesquisa são:

Objetivo geral - Compreender os padrões e tendências das unidades geomorfológicas produzidas pela metamorfose fluvial e a análise da complexa relação entre sociedade humana e os elementos que configuram a geodiversidade de um trecho do médio rio Solimões-Amazonas. Objetivos específicos: a) Identificar os fatores, processos e formas hidrogeomorfológicas que se interrelacionam ao Gênero de Vida impresso na paisagem no médio rio Amazonas; b) Cartografar as formas hidrogeomorfológicas que compõem a geodiversidade da área de estudo, e c) Caracterizar as alterações ocorridas no modo de vida varzeano a partir da dinâmica fluvial e da evolução da paisagem de 1980 a 2020. A partir desses objetivos foram obtidos os dados e analisados em seguimentos, que neste estudo foram organizados nos capítulos resumidos a seguir.

Resumo dos capítulos

Capítulo I - A complexidade da rede de conexão entre os atributos geográficos físicos e humanos que configuram a geodiversidade no médio rio Amazonas

O conhecimento acerca dos componentes e processos hidrogeomorfológicos permeiam a possibilidade do desenvolvimento de planejamentos do melhor aproveitamento das áreas inundáveis dos rios amazônicos, ressaltando suas peculiaridades. O referencial teórico analisado mostrou os elementos principais que condicionam a dinâmica fluvial do sistema Solimões-Amazonas pertinentes ao controle estrutural, o contexto geomorfológico, a localização e a relação com o clima da região amazônica, e a distribuição pluviométrica na área selecionada para esse estudo. Essa influência também se faz presente na modelação da paisagem com as diferenças de níveis fluviais em períodos de cheias e vazantes, que está condicionado o surgimento de formas como ilhas e barras de sedimentos. Essas unidades hidrogeomorfológicas são apropriadas e utilizadas pelas comunidades que se ajustam a dinâmica plúvio-fluvial promovendo uma nova organização de suas unidades e interações, perpetuando e imprimindo seu modo de vida no médio curso do rio Amazonas.

Capítulo II - Mapeamento hidrogeomorfológico e a caracterização da geodiversidade a partir da integração da ocupação humana nas unidades geomorfológicas e fluviais.

O mapeamento hidrogeomorfológico apresenta as formas que compõem a área de estudo, constituídos pelas áreas de platô conhecidas regionalmente como Terra Firme, a planície de inundação do rio Negro, e as Várzea do sistema fluvial Solimões-Amazonas, com uma declividade predominantemente média (20%), não ultrapassando valores de 60m de altitude nos terrenos sujeitos a inundação. As unidades do relevo estão representadas pelas ilhas fluviais e barras de sedimentos laterais e centrais, já os sistemas fluviais mapeados foram os canais fluviais dos cursos principais, os lagos de Várzea, furos, paranás, lagos adaptados a tectônica, rias fluviais e igarapés. Nessa área que é comum a outras faixas de planície aluvial deste rio, as unidades hidrogeomorfológicas passam por mudanças devido a dinâmica fluvial e outros fatores associados, apresentando novas formas na fisiografia da paisagem.

Capítulo III - Avaliação das alterações ocorridas na fisiografia da paisagem a partir da dinâmica fluvial e da classificação do uso e ocupação e a evolução da paisagem de 1980 a 2020.

Esse capítulo objetiva a obtenção de dados sobre o comportamento plúvio-fluvial do rio Solimões-Amazonas e os fatores que contribuem para a formação dos ambientes de cheias e vazantes fluviais na escala temporal entre os anos de 2000-2020. Também foram observadas a influência de sistemas atmosféricos influenciando o aumento ou diminuição do nível da água, como a atuação do El niño e sua influência para as sociedades varzeanas. Esses índices mostram a dinâmica plúvio-fluvial que dirige as relações entre homem e meio, condicionado as formas de uso da terra e da água e dos outros elementos dispostos na paisagem que compõem a geodiversidade do médio rio Amazonas. As mudanças que se estabelecem em decorrência da dinâmica hidrogeomorfológica são observadas no mapeamento de evolução da paisagem com a perda e o ganho de áreas, também é importante ressaltar que os sistemas fluviais são alterados e novas configurações da paisagem permitirão a continuidade das práticas ribeirinhas e novos ajustamentos serão necessários diante da alteração da dinâmica hidrogeomorfológica.

Universo da pesquisa

Área de estudo

Localizada no cinturão de máxima biodiversidade biológica do planeta a Amazônia se destaca pela continuidade de suas florestas, pela ordem de grandeza de sua principal rede hidrográfica que alcança a dimensão da larga e longa planície aluvial desde a barra do rio Negro até as proximidades do golfo Marajoara, e possibilita um extraordinário desdobramento dos ecossistemas (Ab'Saber, 2002; 2003).

A rede hidrográfica desse sistema fluvial cobre uma área de 5% das terras emersas continentais do globo, e descarrega no Atlântico um volume de água que representa aproximadamente 15% das contribuições hídricas aos oceanos estendendo-se desde 79° de longitude oeste (rio Chamaya, Peru) até 48° de longitude oeste (rio Pará, Brasil), e de 5° de latitude norte (rio Contigo, Brasil), e 20° de latitude sul (rio Parapeti, Bolívia) (Molinier *et al.*, 1994).

Em território brasileiro a bacia hidrográfica amazônica ocupa mais da metade do território com divisores topográficos constituídos pelo Planalto das Guianas, Cordilheira dos Andes e Planalto Brasileiro. Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2017), a Região Hidrográfica (RH) amazônica integra uma das doze RH no Brasil e ocupa 45% do território.

Seu principal formador, o rio Amazonas, de águas brancas na classificação de Sioli (1951), recebe o nome de Solimões ao adentrar o território brasileiro no município de Tabatinga (AM) seguindo assim até os limites do município de Careiro da Várzea, onde, ao encontrar o rio Negro é chamado novamente de rio Amazonas.

Segundo Molinier *et al.* (1994) o rio Amazonas apresenta um dos menores declives do mundo, em seu trecho de planície, no curso inferior, a declividade média atinge 2 cm/km. A baixa declividade origina um padrão de drenagem misto de lagoas marginais e campos de inundação alimentados pelo extravasamento do rio no período das cheias fluviais (Carvalho e Cunha, 1998).

Essas características conduzem a propagação de inundações periódicas que alcançam as margens aluviais, nos rios de águas brancas essas áreas são denominadas de várzea. Assim, o universo desta pesquisa centra-se nos ambientes de Várzea do município de Iranduba e Careiro da Várzea, com destaque para as relações físicas e humanas da área de estudo, a impressão da paisagem que se desenvolve a partir das relações entre homem e meio, e o uso e ocupação da terra e dos sistemas fluviais.

O quadrante definido para área de estudo desta pesquisa compreende uma porção do município de Iranduba (entre o rio Negro e o rio Solimões) e outra do Careiro da Várzea (Encontro das águas (rio Negro e Solimões – rio Amazonas), limitado entre as coordenadas 60° 18' 59,7" O 03° 24' 57,76" S e 59° 49' 8,7" O 03° 7' 0,52" S (mapa 1).

As ilhas nesse trecho do grande rio apresentam um perfil característico de bordas alteadas, qual a de um prato, em cujo centro se acomodam lagos mais ou menos rasos, que se retraem na vazante e se dilatam com a ascensão das águas (Sternberg, 1998). A jusante da confluência dos rios Negros e Solimões se localiza a Ilha do Careiro da Várzea cujas características se assemelham a caracterização supracitada.

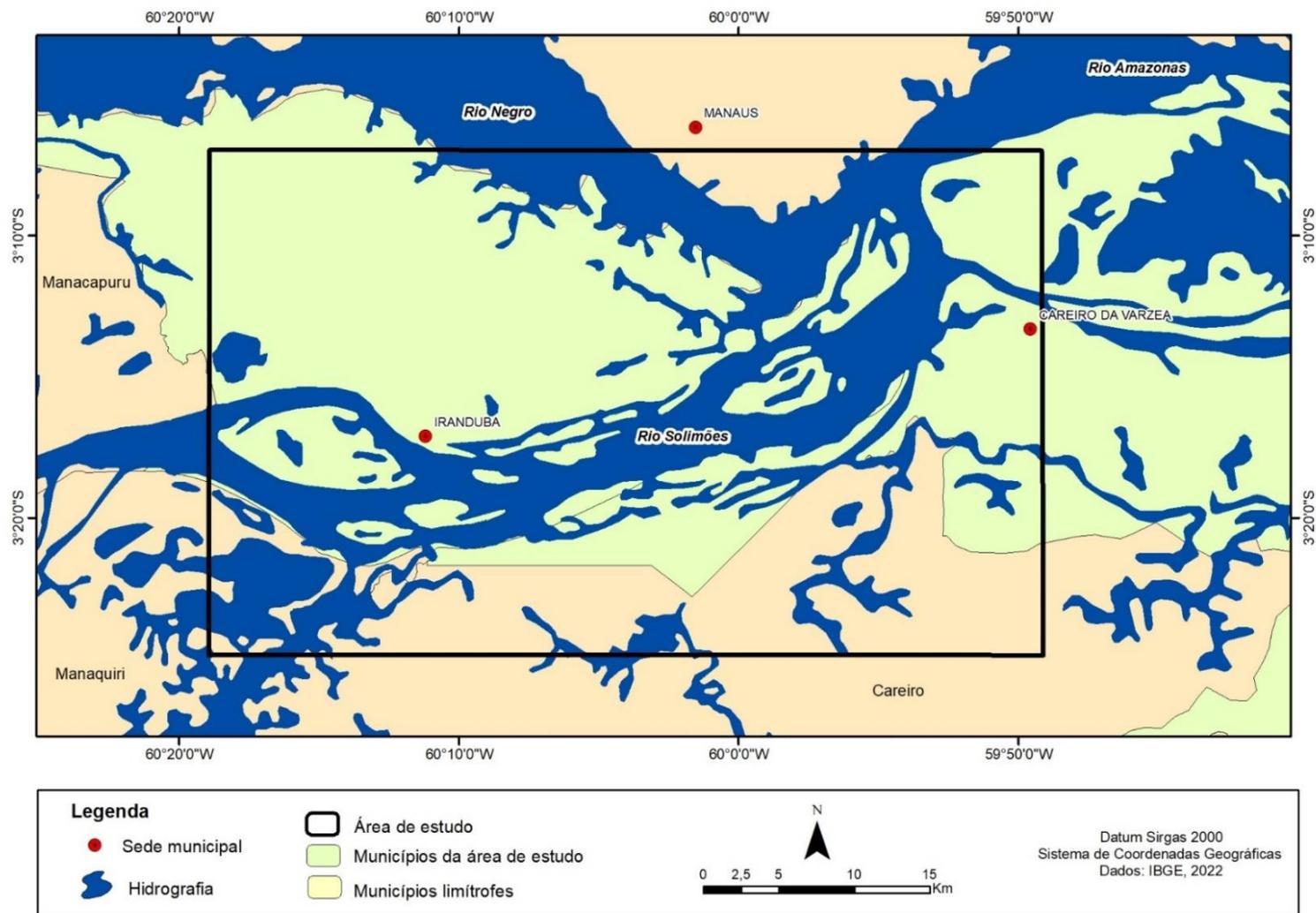
Cidade de importância histórica, o Careiro da Várzea, mantém com a capital do Amazonas, especialmente pela proximidade, um vínculo de mercado, onde a produção do município, principalmente produtos de ciclo curto como cebolinha e alface é escoada para por meio fluvial. Por outro lado, segundo Santos e Albuquerque (2010), o Careiro da Várzea depende da capital, Manaus, em termos de fornecimentos de produtos como eletrodomésticos para revenda nas lojas, tabernas e feiras.

O setor primário (cultivo, pecuária, extrativismo vegetal, pesca artesanal e/ou extrativismo animal) é um dos geradores econômicos na ilha do Careiro, com um marco efetivo de pelo menos três séculos atrás com a alta presença de espécies diversas de pescado (Pacheco *et al.*, 2018. p. 31).

O município de Iranduba, apresenta um contorno singular, pois está inserida entre dois grandes sistemas fluviais, o Rio Negro e o Rio Solimões, onde são encontradas áreas de Terra Firme e Várzea. Na porção noroeste o município é delimitado pela planície de inundação do Rio Negro. A sudeste os solos de Várzea recebem as inundações periódicas de águas brancas provenientes do Rio Solimões, assim as bacias hidrográficas assimétricas que compõem a área de estudo fluem tanto para o rio Negro quanto para o rio Solimões (Silva *et al.*, 2009).

Além da configuração fluvial peculiar, o município é um dos abastecedores de Manaus com hortifrúteis e produtos oriundos das olarias. Essa relação mantida com a capital trouxe investimentos, principalmente após a construção da Ponte Phelippe Dao (Rio Negro).

Os fatores, processos e formas são analisados no trecho estudado perante a dinâmica fluvial que destrói e constrói ambientes historicamente ocupados, cujas relações humanas se apropriam das várias funcionalidades que a rede hidrográfica cumpre, seja de navegabilidade, produção econômica ou cultural.



Mapa 1: Localização da área de estudo. Mapa elaborado a partir da edição da base cartográfica vetorial do IBGE (2022). Org.: a autora (2022).

ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS

Método de Abordagem

O método de abordagem está fundamentado na investigação das partes que formam o todo sistêmico representado nesta pesquisa pela geodiversidade da várzea do médio rio Amazonas. São as múltiplas relações desenvolvidas pelos elementos, fatores, processos, formas e o gênero de vida impresso na paisagem estudado perante o Paradigma da Complexidade.

A proposta dessa pesquisa busca a união de conhecimento de áreas correlatas e se direciona na composição do tecido interdisciplinar existente na interseção entre homem e meio, pois advém das múltiplas realidades que se estabelecem a partir dos contínuos ajustes impostos pelos sistemas naturais.

Esse todo sistêmico, indissociável e complexo, cujas relações não podem ser reduzidas a componentes sem conexões, consta das interrelações que se traduzem em mútuas respostas. Nesse sentido, o paradigma da Teoria da Complexidade é o aporte principal da pesquisa, a qual busca a compreensão da leitura da geodiversidade de um trecho específico do meio amazônico que reproduz o modo de vida ribeirinho e as interações com os sistemas naturais.

Sendo o aporte dessa pesquisa, o paradigma da complexidade, apresenta os princípios necessários ao entendimento das múltiplas vivências em correspondência aos sistemas naturais, e as respostas das interferências provocadas pelas próprias atividades antrópicas no meio.

O estudo dessas interações como parte de um todo indissociável e complementar se baseia nas contribuições de Edgard Morin “interações são ações recíprocas que modificam o comportamento ou a natureza de elementos, corpos objetos, fenômenos em presença ou em influência” (Morin, 2016). Nesse contexto, os objetivos desta pesquisa foram alcançados por meio do Paradigma da Complexidade proposto por Edgard Morin aplicado inicialmente através do Tetragrama organizacional baseado na Ordem, Desordem, Interação e Organização:

- A Desordem compreende a dinâmica da paisagem com a mudança de cenários pelos movimentos de destacamento, transporte e sedimentos de materiais;
- A Ordem está relacionada as tendências geoespaciais fundamentado na modelagem do cenário geográfico entre o comportamento do sistema fluvial e o gênero de vida;
- Na Interação está centrada a atuação de fatores e processos que promovem a impressão da paisagem no trecho médio do rio Amazonas identificados por componentes humanos e físicos naturais;

- A Organização está pautada nas estratégias de apropriação das formas do relevo e dos sistemas fluviais originadas pela dinâmica geomorfológica fluvial

As condições, efeitos e interações abordadas através desse paradigma conduziram a um conjunto do arcabouço teórico dos estudos relacionados as categorias de análise pertinentes ao desenvolvimento dessa pesquisa. Essas categorias são apresentadas em forma de alelogramas, que se unem e interagem numa cadeia de interações acerca da análise espaço-temporal do sistema fluvial Solimões-Amazonas como demonstrado na figura 1.

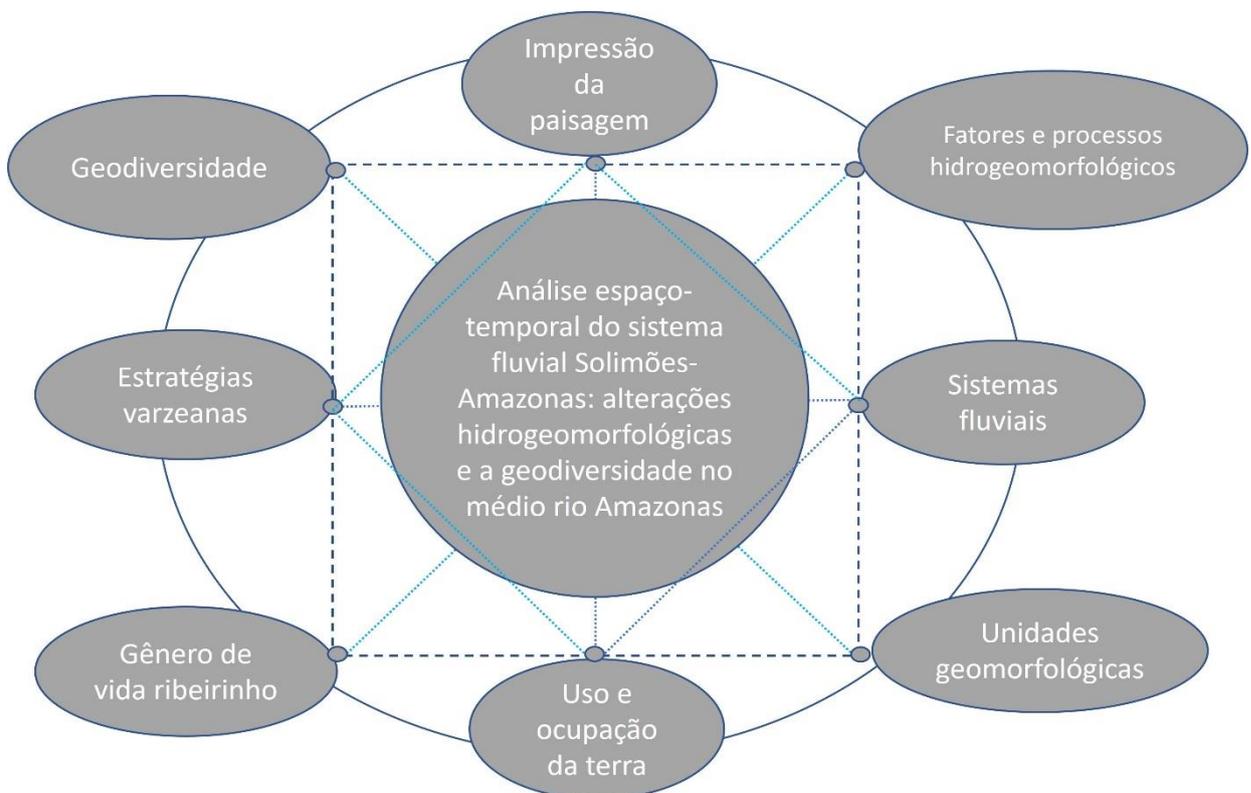


Figura 1: Diagrama das categorias de análise que compõem o aporte teórico do estudo da geodiversidade no médio rio Amazonas sob a perspectiva da Teoria da Complexidade. Org.: a autora (2021).

Os componentes que integram os rios amazônicos revelam a complexidade que se apresenta mais que a soma das partes, são variáveis, fatores e processos que se relacionam de forma diversa e contínua no tempo e espaço.

A fundamental complexidade do sistema é, por um lado associar nele mesmo a ideia de unidade e, por outro a de diversidade. Considerado pelo ângulo do Todo, ele é uno e homogêneo, considerado pelo ângulo das constituintes, ele é diverso e heterogêneo (Morin, 2016. p. 134).

Assim, a geodiversidade é apresentada como resultado dessa teia de relações que configura o funcionamento das partes de um sistema integrador resultado das condições morfoestruturais e climáticas, e de variáveis de ordem física e humana.

Das águas brancas que configuram a paisagem do rio Amazonas, o grande aporte de sedimentos, a sazonalidade das inundações e o gênero de vida ribeirinho são alguns dos itens que participam do circuito exemplificado por Morin (2016), onde os elementos se interrelacionam ao buscar um tipo de organização/equilíbrio para formar o todo.

Esses elementos e suas organizações conduzem a complexidade identificada na dinâmica que se apresenta entre a hidrogeomorfologia e as sociedades, são configurações que se desenvolvem a partir das interrelações das partes e formam um conjunto de características próprias, investigadas a partir de sua complexidade.

Método Procedimental

Etapas da pesquisa

Para realização da pesquisa foram utilizados os seguintes equipamentos: receptor GPS de navegação *Garmin Map 60CSx*, *software trackmaker* versão 4.1, uso dos *softwares* de geoprocessamento *ArcGis* versão 10.8 e de processamento de imagens *Erdas Imagine* 14.0 e *Global Mapper* versão 21.0. A pesquisa está estruturada em cinco etapas que compreendem o levantamento bibliográfico, cartográfico, trabalhos de campo, processamento de imagens de satélite e radar e análise dos dados obtidos.

Na primeira etapa foram coletados os dados sobre a área de estudo junto aos órgãos oficiais, e a bibliografia que trata da temática abordada no viés da geomorfologia fluvial, a ocupação histórica das áreas de várzea, o gênero de vida que se estabelece nessas áreas, a impressão da paisagem e a geodiversidade.

Na segunda etapa ocorreu o levantamento dos dados cartográficos disponíveis junto aos órgãos oficiais referente a área de estudo, sendo eles analógicos e digitais na escala de 1:50.000 e 1:100.000 entre os anos de 1980 a 2022.

A terceira etapa constitui-se do processamento digital de imagens o qual consta de técnicas do corte da área de interesse, mosaico das cenas, georreferenciamento, composição das bandas, melhoramento da qualidade visual e interpretação de imagens que será explicitado no item “Processamento Digital de Imagens e Geoprocessamento”.

Na quarta etapa foram realizados trabalhos de campo, um campo prévio para reconhecimento da área de estudo em outubro de 2020, seguidos dos trabalhos de campo em 2021 e 2023 em períodos de cheia e vazante fluvial, respectivamente, com a finalidade de coletar pontos para auxiliar no georreferenciamento, aplicar os Protocolos de Inventariamento Geográfico e a verificação dos produtos sensoriados remotamente com a realidade de campo.

Nesta fase foram coletados pontos com o receptor GPS de navegação das áreas onde ocorrem as terras caídas, a sedimentação fluvial, os tipos de sistemas fluviais, e os tipos de apropriação da terra em períodos de cheia e vazante fluvial.

Foi realizado um trabalho de campo prévio no mês de outubro, período de início da subida das águas, esse campo foi realizado com o intuito de reconhecimento da área de estudo, de coleta de pontos georreferenciados e para auxiliar na elaboração do Protocolo de Inventariamento Geográfico (PIG). O segundo campo foi realizado em 2021 e em maio de 2023 em período de cheia fluvial, excepcionalmente nesse ano a vazante foi intensa devido a fatores a serem analisados posteriormente. Devido à estiagem não esperada foi planejado um novo trabalho de campo afim de verificar as consequências da vazante extrema para os sistemas hídricos, geomorfológicos e sociais.

A quinta etapa da pesquisa consiste na tabulação dos dados obtidos, a reunião dos dados obtidos em campo e por meio das técnicas de geoprocessamento, a elaboração dos produtos cartográficos, e a análise das informações reunidas. Nessa etapa foram finalizados os mapeamentos com base na criação do banco de dados em Sistema de Informação Geográfico e na aplicação da Carta de Protocolo de Inventariamento Geográfico integrando a paisagem hidrogeomorfológica e a ocupação humana nas unidades de relevo resultando na Modelagem da geodiversidade da área de estudo (AM). O fluxograma a seguir (figura 2) mostra a estruturação da pesquisa e as etapas que foram seguidas para o desenvolvimento do estudo e alcance dos objetivos.

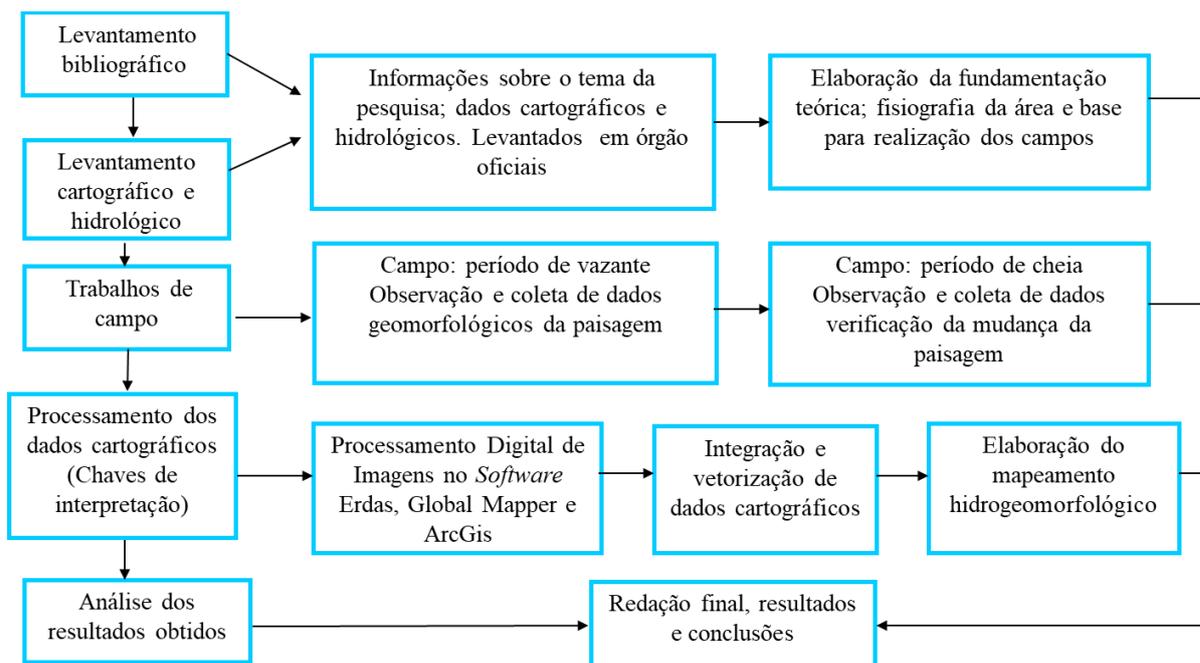


Figura 2: Fluxograma representativo das etapas seguidas no desenvolvimento da pesquisa. Org.: a autora, 2020.

Processamento Digital de Imagens e Geoprocessamento

As geotecnologias nesta pesquisa foram utilizadas com intuito de obtenção e integração de dados geoespaciais e temporais acerca dos estudos ambientais nas várzeas da Amazônia. Os mapeamentos dessas áreas têm recebido auxílio das geotecnologias que contribuem para o acompanhamento da utilização desses ambientes, e as alterações decorrente dos processos fluviais e antrópicos.

A escolha por esse conjunto de técnicas deve-se as características gerais da Amazônia com uma densa cobertura florestal, presença de nuvens quase todo o ano e o deslocamento em sua maioria realizado por meio fluvial são alguns dos fatores que dificultam a realização de uma cartografia mais completa e em detalhes da região.

Nesse sentido as geotecnologias possuem um suporte constituído de uma contínua evolução das técnicas de sensoriamento remoto, geoprocessamento e do sistema de posicionamento global, o que possibilita entre outros produtos a coleta de imagens de resolução espacial adequada para a construção dos diferentes tipos de mapas.

Como resultado os ambientes mapeados na região amazônica mais recentemente com o auxílio das geotecnologias e as chaves de interpretação mostram as formas e os controles tectônicos predominantes da região. Segundo os estudos de Sausen e Aquino (1984); Ribeiro *et al.*, (2009); Marinho e Melo (2009); Pinto (2013), e Pinto (2016) os objetos registrados por

meio de produtos sensoriados remotamente identificaram padrões de drenagem e as formas do relevo em suas áreas de estudos, centradas nos rios Solimões-Amazonas e Madeira.

Esses modelados são identificados como as Planícies Fluviais; Planícies Flúvio-lacustres; Planície de inundação Zona de Praia; Divisores Tabulares; Áreas Dissecadas em tabuleiros; Rios; Paranás e Igarapés; Lagos de Terra Firme e Várzea; Rias fluviais; Barra de sedimentos; Ilhas fluviais; Terraço fluvial; Platô; Solo úmido; Rede de drenagem; Uso e ocupação, e o controle de falhas, fraturas e lineamentos.

Os controles neotectônicos, as unidades geomorfológicas, o desenvolvimento dos padrões de drenagem e a dinâmica plúvio-fluvial resultam na configuração de paisagens amazônicas que são continuamente alterados pelas migrações de cursos fluviais, e revelam o resultado dos processos endógenos e exógeno da região amazônica.

Assim, a utilização de geoprocessamento, sensoriamento remoto e de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), associadas aos Trabalhos de Campo constituem instrumentos fundamentais nos estudos geográficos.

Dentre as infinitudes de usos práticos que oferecem os sensores remotos à geomorfologia aplicada, sem dúvida a contribuição maior parece que está no estudo de problemas ambientais urbanos, de bacias hidrográficas, planícies fluviais, estudo de fenômenos naturais catastróficos, e avaliação de suas repercussões (ORELLANA, 1982, p. 225).

O levantamento cartográfico para este estudo se deu junto ao Geoportal do Exército Brasileiro 4º Centro de Geoinformação (4º CGEO), o I3Geo, Ministério do Meio Ambiente (MMA), o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), os dados do Projeto RadamBrasil e do TerraClass. Esta etapa envolve a obtenção de dados geoespaciais em formato vetorial, matricial e analógico que possibilitem a verificação do máximo e mínimo de alcance das áreas inundadas na escala temporal proposta no trecho que corresponde a área de estudo.

Para realização da análise espaço temporal do uso e ocupação da terra foram selecionadas as imagens de satélite de ponto 230/231 e órbita 62, no período de aproximadamente 40 anos, entre os anos de 1984 a 2022, e possuem Datum SIRGAS 2000, Projeção UTM e estão entre as zonas 20/21.

O acesso as imagens se deram através do site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (<http://www.dgi.inpe.br/catalogo/>), e através da página do Serviço Geológico dos Estados Unidos a *Science for a Changing World - USGS* (<https://earthexplorer.usgs.gov/>),

essas imagens são gratuitas. As características gerais das imagens estão dispostas no quadro 1, e são as seguintes:

Quadro 1: Dados das cenas adquiridas para a pesquisa

Década	Data	Órbita/Ponto	Imagem /banda	Sensor	Resolução espacial
1990	30/08/1990	230/62	Landsat 5/4, 5, 3	TM	30 m
-	21/08/1990	231/62	Landsat 5/4, 5, 3	TM	30 m
2020	06/08/2022	230/62	Landsat 8/7,6,4	Oli	30 m
-	18/06/2022	231/62	Landsat 8/7,6,4	Oli	30 m
			Dados SRTM	SAR	30m
			Aster	Nadir/off-Nadir	15-30 m
Ano	DSG/Inkra	Folha	Escala	MI	Carta topográfica e planimétrica
1984		SA21-Y-C-I-1	1:100.000	579/1	Manaus - E
-		SA21-Y-C-I-2	1:50.000	578/2	Manaus
-		SA21-Y-C-I-3	1:50.000	579/3	Anveres
-		SA21-Y-C-I-4	1:50.000	578/4	Irاندuba

Base de dados do 4º Centro de Geoinformação do Exército (4º CGEO); Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE); Embrapa Monitoramento por satélite. Fonte: <http://www.dgi.inpe.br/catalogo/>; <https://www.embrapa.br/satelites-de-monitoramento/missoes/landsat>. Org.: a autora (2021).

No catálogo de Imagens do Inpe foram selecionadas as imagens mais antigas da área de estudo que se referem ao satélite Landsat 5 sensor TM do ano de 1990 (figura 3), as imagens mais recentes escolhidas para este estudo foram as do ano de 2022, disponibilizadas pelo Landsat 8 e 9 sensor *Operational Land Imager* (OLI)OLI (figura 4). Esse foi o parâmetro utilizado para definir a escala temporal adotada, o que possibilitou uma análise das mudanças ambientais.

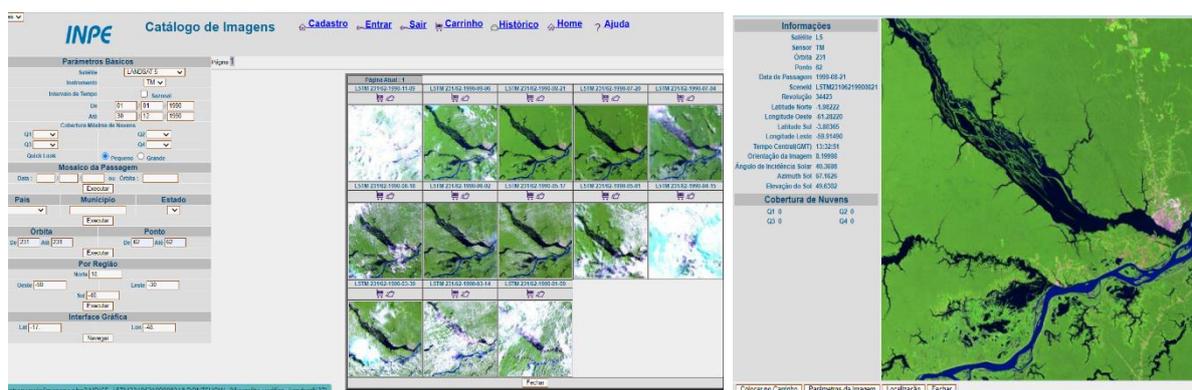


Figura 3: Seleção de imagens da área de estudo do satélite Landsat 5, sensor TM por órbita 230/231 e ponto 62 na página do Catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. Para cobertura da área de estudo foram necessárias duas cenas adquiridas entre o mês de agosto e setembro, observando a quantidade de nuvens, o período de vazante fluvial e a interpretação visual. Fonte: Ambiente do site USGS. Org.: a autora (2021).

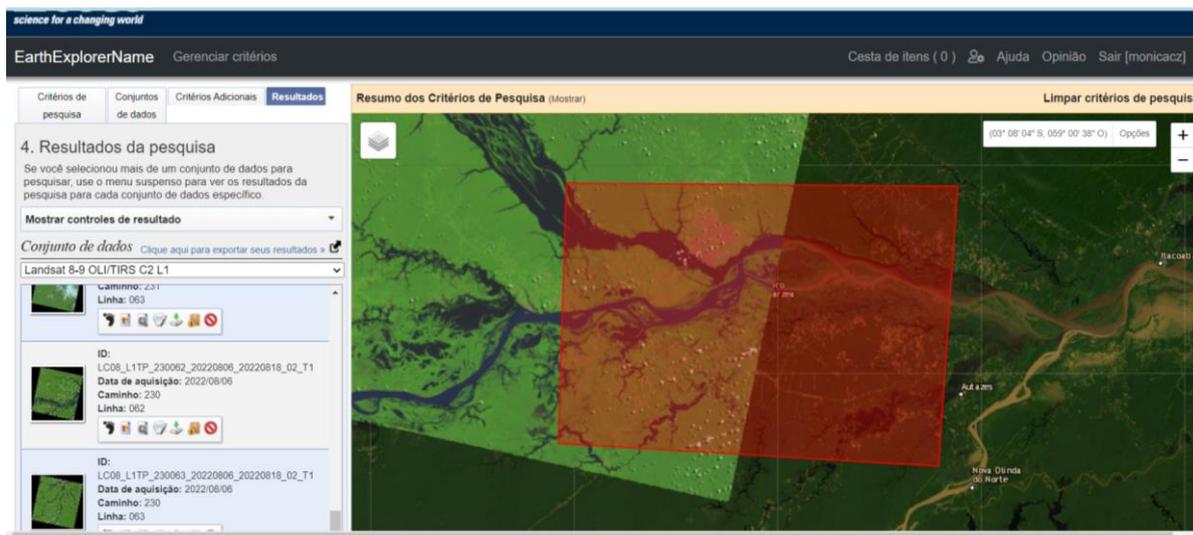


Figura 4: Seleção de imagens da área de estudo do satélite Landsat 8 sensor OLI por órbita 230/231 e ponto 62 na página do serviço geológico dos EUA – USGS. Os dados do satélite Landsat 8 e 9 possuem 11 bandas e os metadados. Fonte: Ambiente do *site* USGS. Org.: a autora (2021).

As imagens selecionadas apresentam características espectrais que possibilitam os subsídios aos mapeamentos temáticos, nesta pesquisa, com ênfase na categorização no tipo de uso e ocupação da terra, referendado em pesquisas anteriores no contexto amazônico.

Os dados do sensor TM do Landsat foram utilizados em pesquisas e definições de metodologias em amplas áreas do conhecimento científico e tiveram importância singular para a evolução das técnicas desenvolvidas e utilizadas no sensoriamento remoto mundial. A entrada em operação do sensor a bordo do Landsat 8, permite a continuidade dos trabalhos em sensoriamento remoto iniciados na década de 1970, com a missão Landsat. (Embrapa, 2020).

Na etapa de pré-processamento da imagem foi realizada primeiramente o mosaico das imagens, pois, a área de estudo compreende duas cenas nas zonas 20 e 21, após a mosaicagem posteriormente foi necessário reprojeter as imagens para o Datum SIRGAS hemisfério Sul (figura 5), pois as imagens originais vêm no formato UTM nas zonas ao Norte do Hemisfério. Posteriormente foi realizada a composição colorida (figura 6), para o Landsat 8 e 9 sensor OLI foram utilizadas as bandas 7, 6 e 4 e para o Landsat 5 sensor TM as bandas 3, 4 e 5. Após a composição foram aplicados os filtros para melhor interpretação visual, seguido do corte da área de interesse.

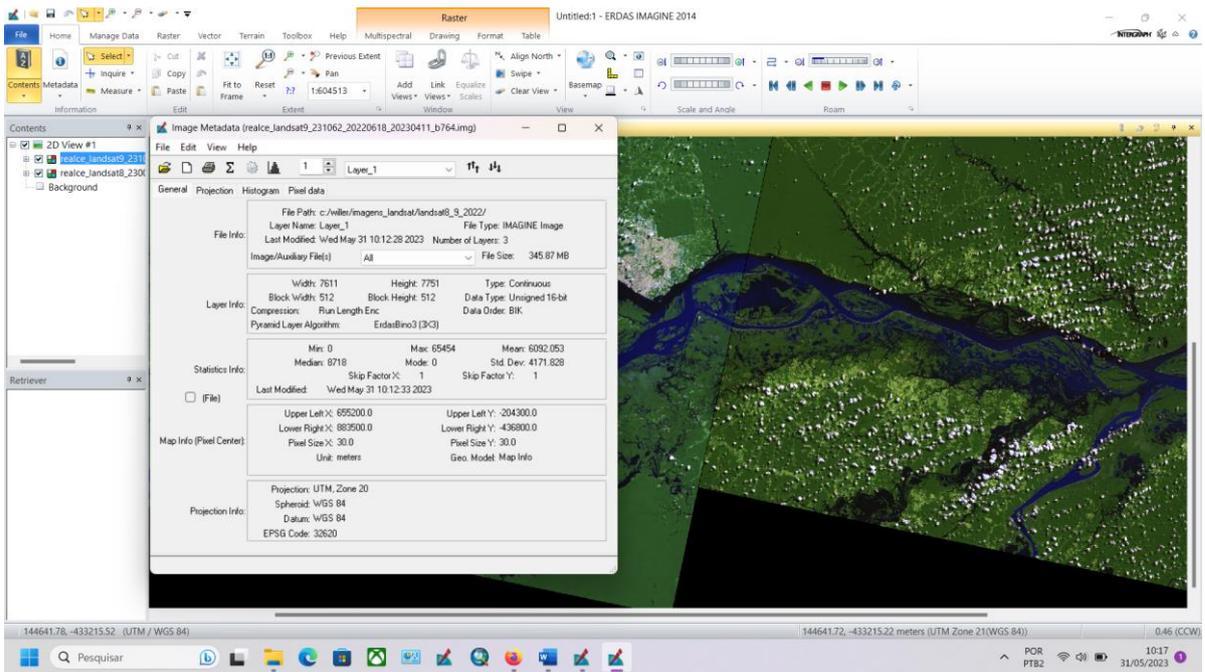


Figura 5: Processamento das imagens Landsat. Cenas reprojatadas para o Datum SIRGAS (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas) com os devidos padrões de referência para o hemisfério Sul. Fonte: Ambiente do programa Erdas. Org.: a autora (2022).

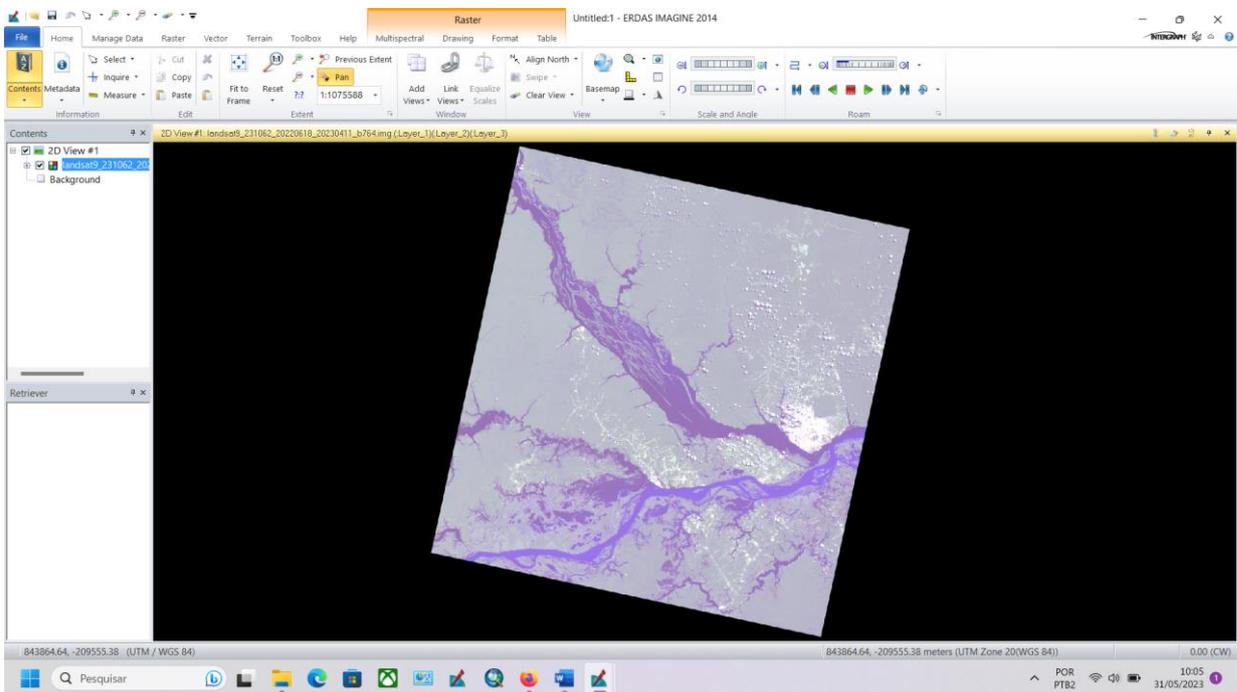


Figura 6: Processamento das imagens Landsat. Composição colorida do satélite Landsat 9 sensor OLI, ponto e órbita 231/062, bandas 4, 6 e 7 para auxílio da interpretação visual e destaque dos elementos naturais e antrópicos, os quais se destacaram a água com diferentes tonalidades e coloração devido a diferença de sedimentos dispostos nos rios afluentes de águas brancas e pretas, a área urbana com concentração em Manaus, a vegetação e as nuvens. Fonte: Ambiente do programa Erdas. Org.: a autora (2022).

A constatação da redução, acreção, surgimento de unidades do relevo e mudanças em cursos fluviais foi realizada com base na vetorização de mapeamentos antecessores as imagens de satélites disponíveis (que consta da década de 1990). Portanto, utilizou-se as cartas topográficas produzidas, digitalizadas e georreferenciadas pelo Exército Brasileiro, e adquiridas no Banco de Dados Geográficos do Exército (BDGEx) que foram devidamente mosaicaadas para cobertura da área de estudo (figura 7).

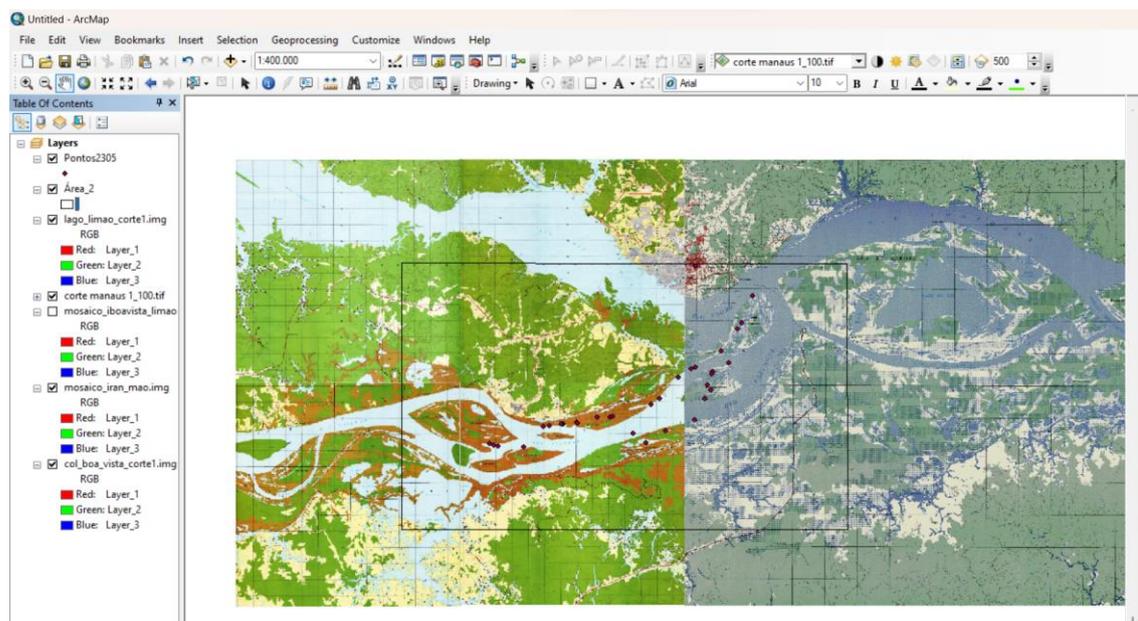


Figura 7: Técnica de mosaico das cartas topográficas adquiridas no site do exército e os pontos georreferenciados. Na articulação das folhas 04 foram adquiridas na escala de 1:50.000 apenas uma cena foi coberta pela carta na escala de 1:100.000, pois não foi encontrada na mesma escala. Fonte: Banco de Dados Geográficos do Exército (<https://bdgex.eb.mil.br/bdgexapp/>). Fonte: Ambiente do programa Arcgis 10.8. Org.: a autora (2022).

Nessa etapa foi realizada o Processamento Digital de Imagens (PDI) dos dados de *Shuttle Radar Topography Mission SRTM*, das imagens do sensor Landsat e cartas topográficas, sendo utilizadas técnicas de mosaico, corte (figura 8), composição colorida, realce e classificação, para posterior elaboração do *layout* dos mapas. Na realização do PDI foram utilizados os *softwares* Erdas Imagine 14.0 e o GlobalMapper.

Para realização do mapeamento das unidades do relevo, extração dos lineamentos e falhamentos, e sistemas hídricos foi construída a base cartográfica mediante a extração de dados dessas imagens a partir do PDI (figura 9), os trabalhos de campo pautados na observação e coleta de dados, entrevistas informais e coleta de pontos georreferenciados.

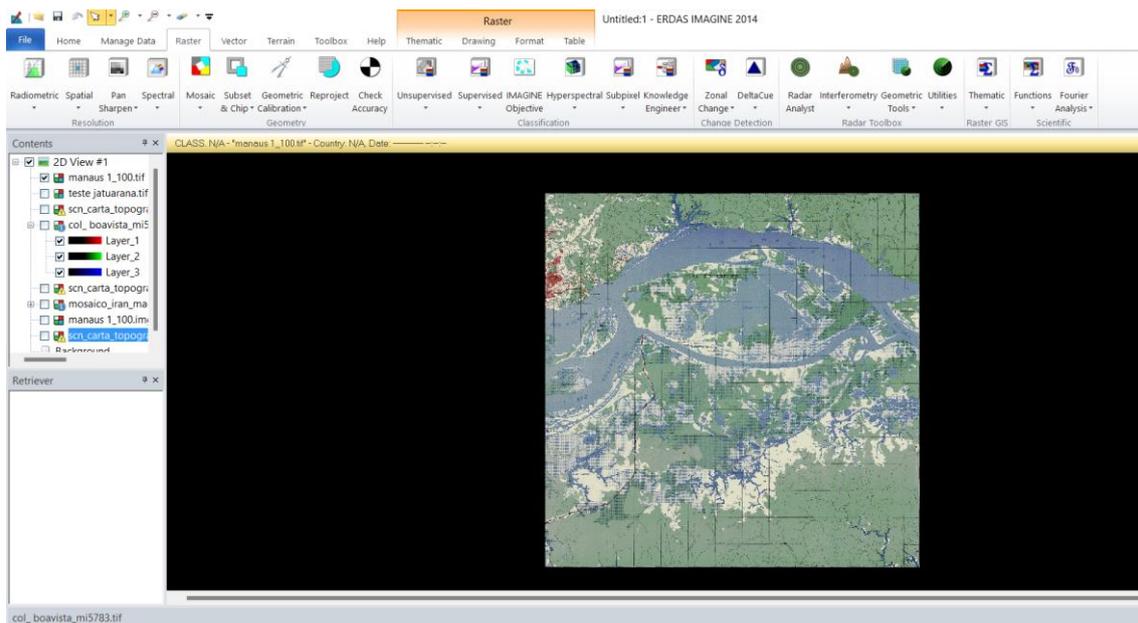


Figura 8: Cartas topográficas da área de estudo. Foram utilizadas 3 cartas topográficas para cobertura foi necessário após o mosaico das cartas o corte da área de interesse que foi realizado no software Erdas Imagine após a reprojeção para o Datum SIRGAS hemisfério Sul. Fonte: Ambiente do programa Erdas. Org.: a autora (2022).

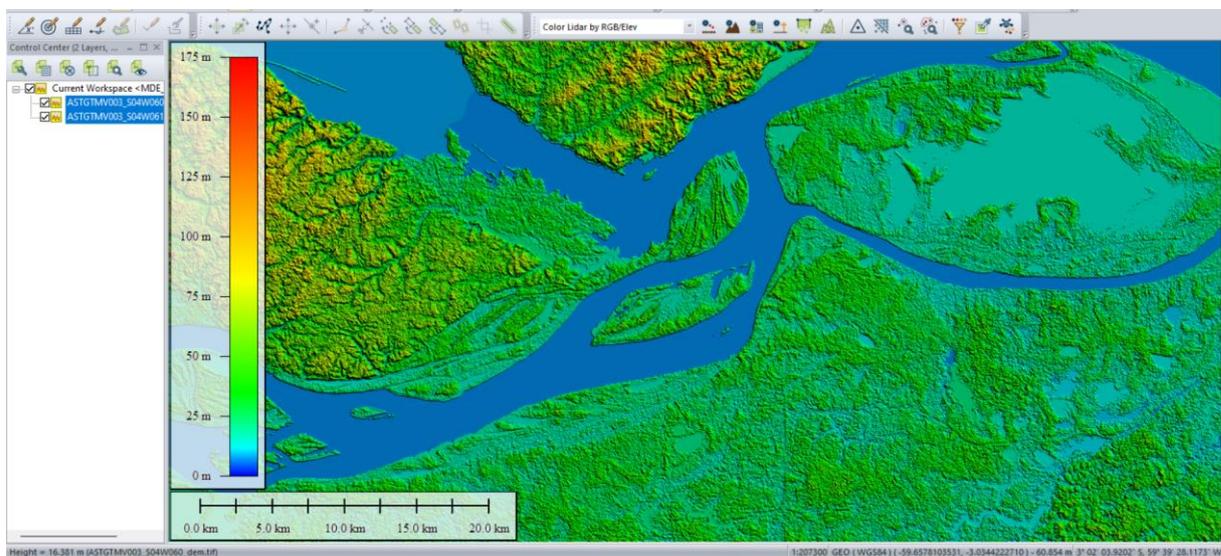


Figura 9: Utilização dos dados SRTM no software *Globalmapper* e o uso das imagens landsat com técnicas de realce em três dimensões para interpretação dos atributos do relevo, identificação das áreas de planície de inundação e dos platôs, e altimetria na área de estudo. Fonte: Ambiente do programa GlobalMapper. Org.: a autora (2023).

As imagens sensoriadas remotamente, cartas topográficas e *shapefiles* reunidos nessa etapa possibilitam a interpretação de dados cartográficos, assim como os dados de altimetria onde os perfis topográficos identificados a partir dos interflúvios auxiliaram na definição dos ambientes de Várzea e Terra Firme (figura 10).

Posteriormente, foram realizados a integração desses dados com a classificação de uso e ocupação da terra no período de 1980 a 2020, e a caracterização das tendências geoespaciais a partir do mapeamento hidrogeomorfológico e o da ocupação humana nas unidades de relevo e nos sistemas fluviais.

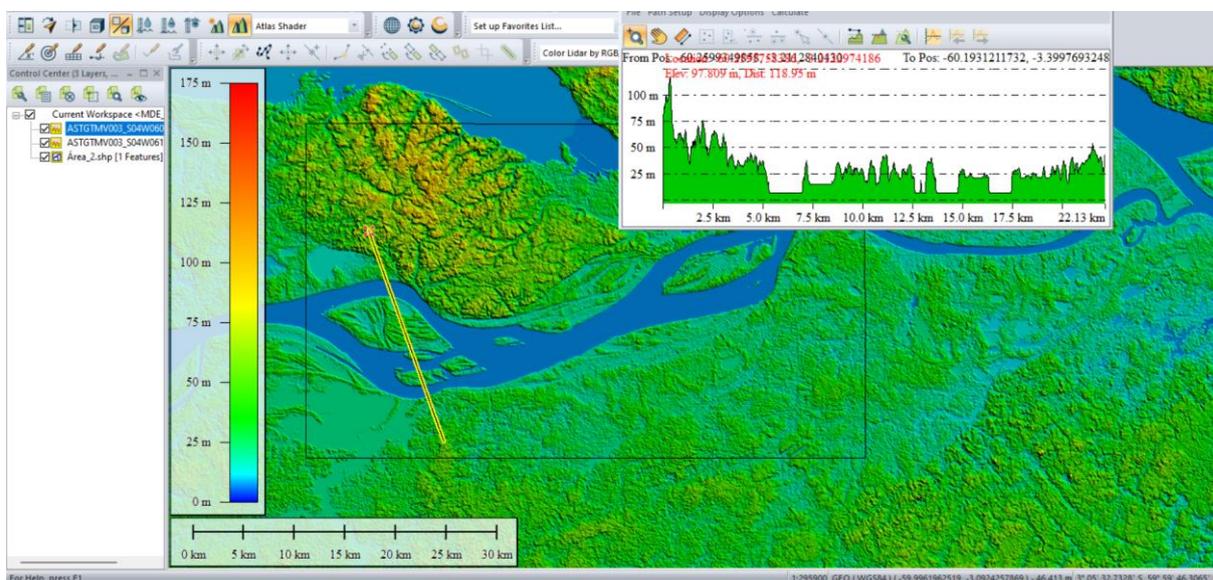


Figura 10: Definição dos perfis topográficos a partir dos interflúvios. Foram definidos três perfis que representam a área de estudo, a montante, no meio e a jusante e auxiliam a identificação e interpretação dos ambientes de Várzea e Terra Firme. Fonte: Ambiente do programa GlobalMapper. Org.: a autora (2023).

Protocolo de Inventariamento Geográfico

O Protocolo de Inventariamento Geográfico (PIG) foi utilizado nesta pesquisa com o objetivo de identificar i) o estado atual dos sistemas fluviais na área de estudo; ii) os modos de utilização desses sistemas pelas atividades humanas; iii) a apropriação das formas do relevo predominantes na área, e o iv) panorama geral do sistema hidrogeomorfológico e dos principais usos e ocupações da terra.

O PIG baseia-se na definição de parâmetros-chaves e pesos específicos para análise de variáveis que devem ser identificadas a partir da necessidade pretendida em cada pesquisa. Assim, a composição do PIG consiste em formulários compatíveis com os objetivos

estabelecidos no estudo, que constam a i) Matriz de Aspectos Físicos e Antrópicos para a geração de parâmetros (gerais e específicos); a ii) Tábula de Pesos e/ou Pontuações, e a iii) Carta de Protocolo de Inventariamento Geográfico.

De acordo com Delgado o PIG “é uma técnica de coleta e tabulação de dados voltada às pesquisas dos diversos ramos da ciência, em específico o da Geografia” (Delgado, 2022. p. 35), e podem ser elucidados da seguinte forma:

- Os Parâmetros Gerais (PG) e respectivos Parâmetros Específicos (PE) deverão ser elencados pela necessidade da pesquisa, uma vez que são aqueles criados a partir da problemática, hipótese e objetivos;
- Para cada Parâmetro Geral (PG) se define quanto(s) forem o(s) principal(is) Parâmetro(s) Específico(s). A técnica do PIG recomenda que cada Parâmetro Específico tenha seu próprio formulário, a fim de facilitar a pontuação;
- A Tábula de Pesos e/ou Pontuações é o formulário com os pesos e/ou pontuações definidas para o PIG, não devendo ser alterada, todavia a descrição da atribuição na legenda poderá ser de acordo com os objetivos do objeto de estudo
- A Carta de Protocolo do Inventariamento Geográfico é o resultado gerado, a partir dos dados coletados e atribuídos os pesos e/ou pontuação com o seu respectivo total

De acordo com lemos *et al.* (2014) os protocolos de avaliação se mostram como uma ferramenta potencialmente útil de diagnóstico preliminar de cursos d'água, apresentando de forma rápida e coerente informações sobre o seu estado e possíveis problemas. Para melhor resposta a aplicação do PIG além das definições prévias, também podem ser necessárias a criação de instrumentos auxiliares de padronização para interpretação dos dados.

Alfaia (2019) utilizou-se do PIG como ferramenta metodológica para identificação e análise da fisionomia da paisagem no município de Itacoatiara (AM) a partir de dois seguimentos, o Protocolo de Inventariamento Socioambiental e o Protocolo de Inventariamento Socioeconômico. Como resultado, o estudo revelou as condições ambientais das sub-bacias hidrográficas (Correnteza, Passarinho e Antônio Amândio), e o alto grau de alterações no entorno da Vila de Novo Remanso.

A mesma técnica foi aplicada ao estudo realizado acerca dos impactos ocasionados na fluvialidade, pelo conflito no uso e ocupação da terra e dos sistemas hídricos da Área de Proteção Ambiental - APA GUAJUMA, em Nhamundá (AM).

O êxito apresentado por outros estudos, como os supracitados, fortaleceu a escolha desse instrumento (PIG) de coleta de dados, que tem por finalidade auxiliar o diagnóstico da situação da geodiversidade da área de estudo.

Nesse contexto, para coleta de dados na área pesquisada foram utilizados dois PIG's, o Inventariamento hidrogeomorfológico e o de uso e ocupação da terra (Anexo I e II). As informações geradas nesse levantamento (Anexo III e IV) foram confrontadas com os dados sensoriados remotamente e possibilitaram o diagnóstico mais completo da realidade.

TerraClass

O TerraClass é um software desenvolvido a partir de uma parceria entre a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e o Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), o sistema de geoinformação integra uma série histórica de uso e ocupação da terra, possibilitando a visualização e manipulação de mapeamentos, desenvolvidos para obtenção de dados de desmatamentos na Amazônia Legal.

O sistema também oferece serviços geográficos por meio da geração de gráficos de setores das classes de uso e cobertura da terra em diferentes recortes geográficos nos níveis regional, estadual, municipal e por Unidade de Planejamento Hídrico (UPH). Além disso, é possível gerar matrizes de transições que mostram a dinâmica entre as classes temáticas de uso e cobertura da terra, em diferentes pares de anos, e diagramas de transições que apresentam as mudanças ocorridas entre todas as classes para todos os anos. GeoPortal TerraClass, Embrapa Agricultura Digital (2018).

Devido a finalidade e a disponibilidade de dados em série histórica utilizou-se o TerraClass (figura 11) como base para identificação das classes de uso e ocupação da terra, que embora sejam mais completos e de alcance abrangente demandam a necessidade de ajustes.

Essas modificações são necessárias por uma melhor adequação a escala, as áreas que não podem ser mapeadas, devido as condições climatológicas como a presença de nuvens e sombras, e ainda pela resposta espectral dos objetos não se enquadrarem nas classes pré-definidas, como afloramentos rochosos e as praias fluviais.

Outa questão que fundamenta esses ajustes na resposta das classes temáticas do TerraClass, é a necessidade de uma maior aproximação da realidade, contemplada pelos dados coletados a partir da aplicação do PIG, dos registros fotográficos, e das informações conferidas pelos moradores acerca das dinâmicas hidrogeomorfológicas e das atividades humanas.

A seguir uma imagem da pesquisa sobre o município de Careiro da Várzea no *website* do TerraClass (figura 12), onde foram coletados dados cartográficos vetoriais da área de estudo acerca do uso e ocupação da terra do a temporalidade disponível, o ano de 2014.

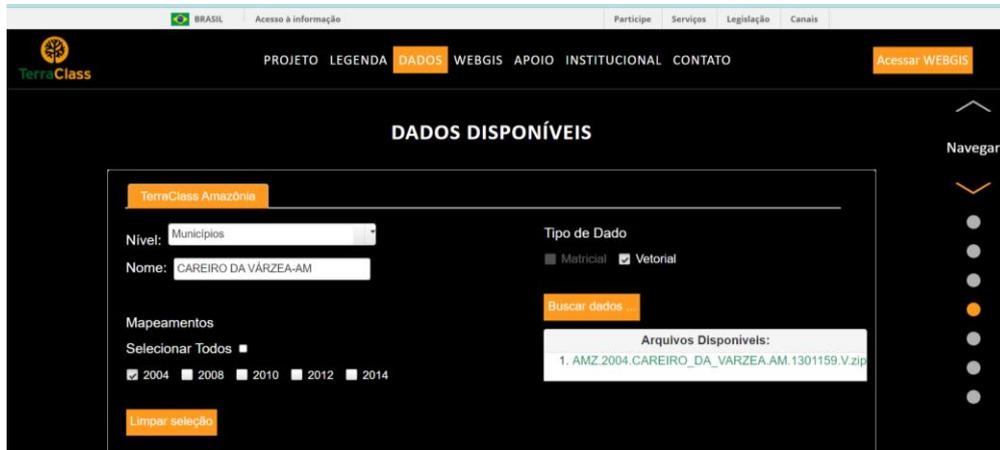


Figura 11: GeoPortal TerraClass e a aquisição de dados cartográficos vetoriais com a partir da identificação da área de estudo, do tipo de dado e da temporalidade disponível. Foram realizados a aquisição dos dados de 2014. Fonte: Ambiente do *site* TerraClass.

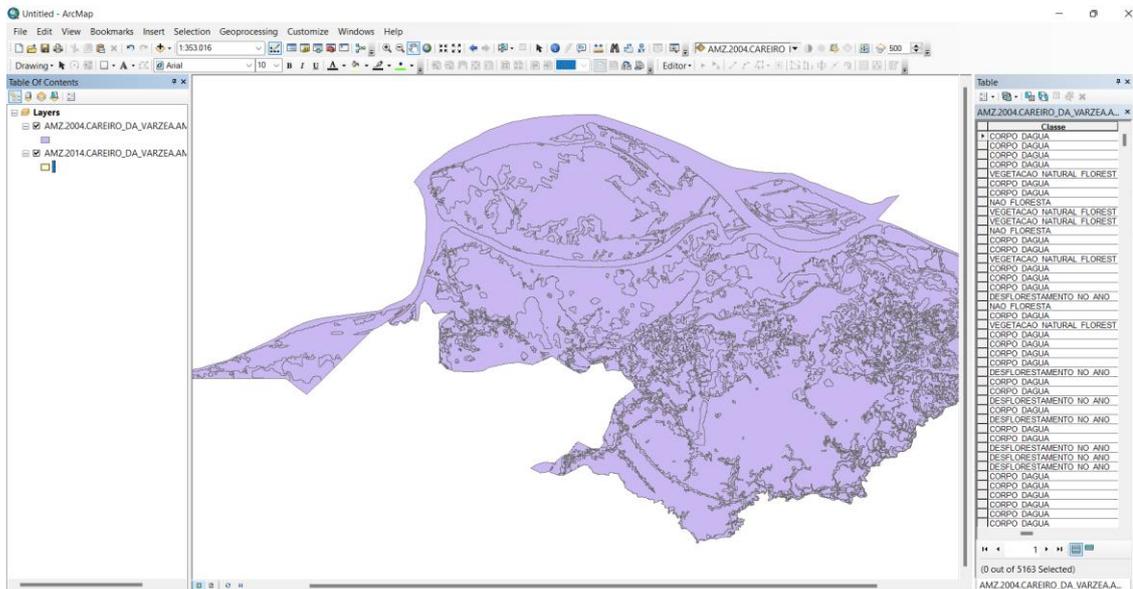


Figura 12: Dados cartográficos adquiridos no TerraClass em formato vetorial e suas respectivas classes temáticas. Fonte: Ambiente do programa do ArcGis 10.8.

Para fundamentar a identificação das devidas classes, também foi utilizada a base do Sistema básico de classificação da cobertura e uso da terra (SCUT) (figura 13a) descritos pelo Manual Técnico de Uso da Terra do IBGE (2013). Foram observadas sua nomenclatura, as

descrições e respectivas cores, para padronização das classes temáticas também foram verificadas as legendas indicadas no TerraClass (figura 13b).

Quadro 1
Sistema básico de classificação da cobertura e do uso da terra - SCUT⁶ (continua)

Nível I Classe	Dígito II	Nível II Subclasse	Dígito III	Nível III Unidades*
1 - Áreas Antrópicas Não Agrícolas	1,1	Áreas Urbanizadas	1.1.1	Vilas
			1.1.2	Cidades
			1.1.3	Complexos industriais
			1.1.4	Áreas urbano-industrial
			1.1.5	Outras áreas urbanizadas
	1,2	Áreas de Mineração	1.2.1	Minerais metálicos
			1.2.2	Minerais não metálicos
			2.1.1	Grãos e cereais
			2.1.2	Bulbos, raízes e tubérculos
			2.1.3	Hortícolas e floríferas
	2,1	Culturas Temporárias	2.1.4	Espécies temporárias produtoras de fibras
			2.1.5	Oleaginosas temporárias
			2.1.6	Frutíferas temporárias
			2.1.7	Cana-de-açúcar
			2.1.8	Fumo
2.1.9	Cultivos temporários diversificados			

a)



b)

Figura 13: Padronizações da classificação de uso e cobertura da terra. a): Imagem da estrutura que apresenta o Sistema básico de classificação da cobertura e uso da terra (SCUT) que mostram a padronização de acordo com a identificação dos níveis e subníveis indicando as classes, subclasses e unidades. b) Legenda das classes temáticas apresentadas pelo TerraClass no GeoPortal do Projeto. Ressalta-se que a descrição mais completa de interpretação espectral e a relação com a legenda está contida na obra “Mapeamento do uso e cobertura do Cerrado: Projeto TerraClass Cerrado (2015)”, havendo necessidade de adequação das particularidades da Amazônia.

CAPÍTULO I

A rede de conexão entre os atributos geográficos físicos e humanos que configuram a geodiversidade no médio rio Amazonas

Definição dos fatores, processos e formas hidrogeomorfológicas, e sua interrelação com o gênero de vida impresso na paisagem dos ambientes de Várzea que moldam a geodiversidade no médio rio Amazonas.

O estudo a que esta pesquisa se refere está fundamentada nas relações entre homem e meio mantidas na região amazônica que se desenvolvem sob condições adversas impostas pela realidade dos sistemas ambientais. Nesse cenário se destaca o papel dos sistemas fluviais e das dinâmicas dele decorrentes que comandam a vida dos amazônidas, especialmente aquelas sociedades que ocupam historicamente as margens dos rios de águas brancas.

Do grande rio Amazonas e seus afluentes, as comunidades obtêm seu sustento e a perpetuação de suas vidas vivenciada por seus antepassados e continuada por sua posteridade, produzindo modos de vida que coexistem com as dinâmicas ambientais.

A realidade que se apresenta é produzida por agentes e processos pertinentes aos sistemas ambientais e pelos atores sociais responsáveis pela dinâmica da paisagem. A essa dinâmica atribui-se fatores e processos endógenos e exógenos que produzem alterações de diferentes escalas-temporais a depender da magnitude da perturbação no sistema, ocasionando a necessidade de novos ajustamentos ambientais, sociais e econômicas.

Nesse sentido é admitida a dinâmica em detrimento da paisagem estática, ainda que seja através de um registro fotográfico ou no mapeamento, o que parece uma abstração de formas humanas e físicas do mundo real, na verdade faz parte de um sistema que se estabelece no tempo e espaço de modo contínuo, integrado e complexo.

O conjunto de fatores impresso na paisagem está embasado pela geologia local, sobreposto pelas unidades geomorfológicas e fluviais e as atividades humanas, que agem num mosaico de interrelação e complexidade compartilhando similaridades e particularidades formando a geodiversidade do médio rio Amazonas.

Assim, esse capítulo tem por intuito a abordagem dos conceitos que apresentam esta pesquisa embasado nos estudos pertinentes aos 1) processos hidrogeomorfológicos; 2) os sistemas fluviais 3) as unidades geomorfológicas; 4) o uso e ocupação da terra; 5) o gênero de vida das comunidades de Várzea; e a 6) geodiversidade.

Embasamento geológico-geomorfológico

Devido a sua importância aos estudos hidrogeomorfológicos, o conhecimento do contexto geológico onde a área de estudo está inserida se mostra necessário ao entendimento de aspectos que controlam a dinâmica fluvial na região amazônica.

O embasamento geológico da Bacia Sedimentar do Amazonas é constituída por uma unidade sedimentar intracratônica de aproximadamente 500.000 Km² que limita duas áreas de embasamento Arqueano-Proterozoico: ao norte, o Escudo das Guianas e ao sul, o Escudo Brasil Central (Reis e Almeida, 2010). Essa Bacia Sedimentar está subdividida nas bacias do Acre, Solimões, Amazonas e Marajó individualizadas pelos arcos de Iquitos, Purus e Gurupá, respectivamente (Rozo, 2004) (Figura 14).

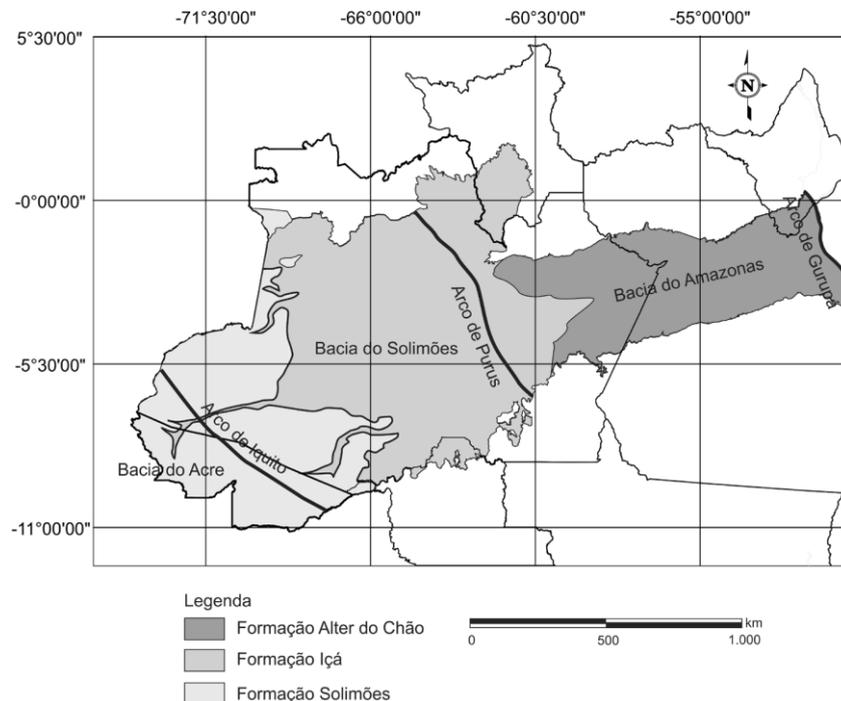


Figura 14: Áreas de afloramento das formações Içá, Solimões e Alter do Chão nas bacias sedimentares do Solimões e do Amazonas. Fonte: Souza *et al.*, 2013.

A bacia paleozoica do Amazonas ocupa uma área sedimentar total de aproximadamente 615.600 km², com o preenchimento sedimentar da bacia atingindo espessuras superiores a 5.000 m e as superfícies de afloramentos das Formações Alter do Chão e Içá (Souza *et al.*, 2013).

Segundo os apontamentos de Franzinelli e Igreja (2011) a Formação Alter do Chão, é responsável por formar o assoalho da planície holocênica do Rio Amazonas na parte central da

bacia, e emerge em numerosos pontos configurando as margens ou o próprio leito do Rio Solimões-Amazonas (Franzinelli e Igreja, 2011, p. 1).

Inicialmente denominada por Kistler (1954), a Formação Alter do Chão aflora essencialmente na Bacia do Amazonas, composta por arenitos, argilitos, siltitos intercalados, grossos, friáveis, mal selecionados, predominantemente vermelhos e subordinadamente conglomerados, que recobrem os estratos paleozoicos (Souza *et al.*, 2013, p. 111), (Caputo, 2015, p. 50). Os argilitos vermelhos contêm variáveis quantidades de silte e argila e lentes de grânulos irregularmente distribuídas (Franzinelli e Igreja, 2011, p 4).

De acordo com Caputo (2015), a natureza dos sedimentos da Formação Alter do Chão apresenta cor vermelha e a presença de palinomorfos fósseis continentais e restos foliares indicam que a Formação foi depositada em leques aluviais, planícies aluviais e em deltas fluviais relacionados aos ambientes lacustres, em clima tropical.

Sobre esses blocos ocorreu e ocorre a sedimentação quaternária depois do estabelecimento do curso do Rio Amazonas de oeste para leste no pós-Terciário. Por esta razão devido ao abatimento por falhamentos das rochas da Formação Alter do Chão pelas ações da neotectônica, a Ilha do Careiro é constituída de sedimentos quaternários (Figura 15) (Franzinelli e Igreja, 2011, p. 18).

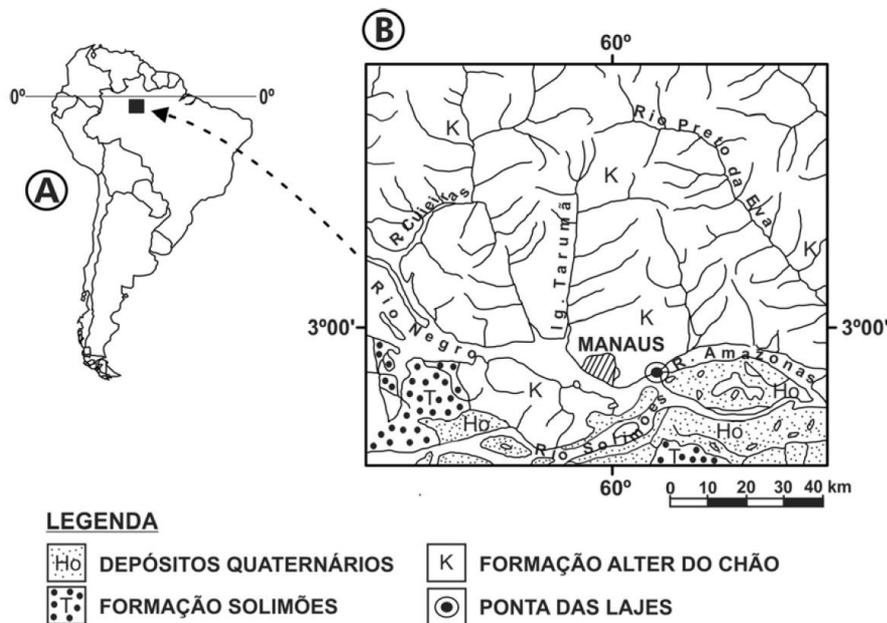


Figura 15: Esboço da geologia da área de Manaus - disposição da Formação Alter do Chão e dos Depósitos Quaternários nas proximidades do Encontro das Águas, entre os municípios de Manaus e Careiro da Várzea. Fonte: Franzinelli e Igreja, 2011.

Estudos sobre a influência tectônica na região amazônica, identificam que a bacia sedimentar do Amazonas está acomodada numa região afetada por eventos geológicos dos quais derivam megaestruturas, padrões de drenagem e lineamentos entre outros controles.

Sternberg (1950) reconhece que um dos fatores internos que condicionam os cursos dos rios amazônicos são as falhas tectônicas. A exemplo, o Lineamento Tupinambarana forma um romboedro transtensivo, que acolhe extensos depósitos do Quaternário, controla o traçado do Rio Amazonas e encaixa o Rio Madeira (figura 16) (Costa *et al.*, 1996. p. 29).

Após a falha de Manacapuru, o rio Solimões sofre um estreitamento de sua planície e adquire um direcionamento E-W, obediente a um alinhamento nessa direção, que controla o seu curso e depois do rio Amazonas por mais de 200 km até as proximidades da foz do rio Madeira (Bezerra, 2003. p. 144).

De acordo com Silva e Rosseti (2009) as mega migrações do rio Solimões, o desaparecimento de bancos de areia, o desmoronamento de margens (fenômenos das terras caídas), e o abandono do leito são, muitas vezes, consequência indireta de processos tectônicos.

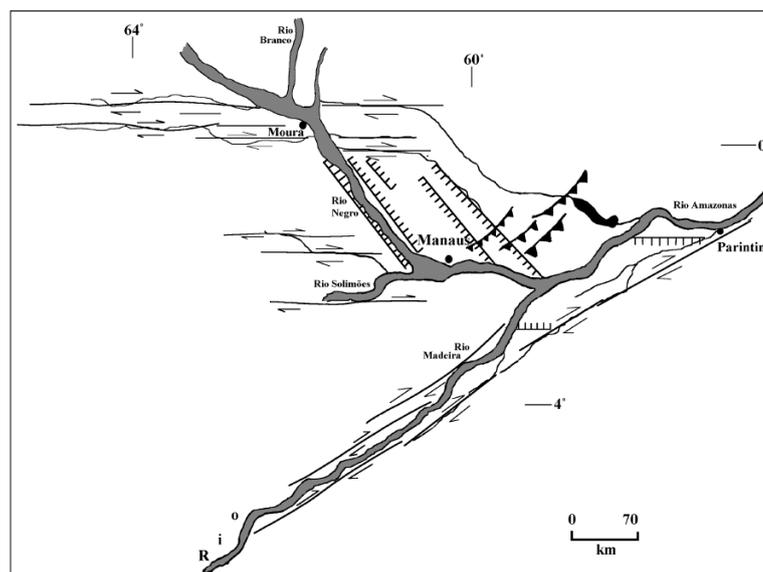


Figura 16: Estruturas neotectônicas maiores da região leste do Amazonas. Fonte: Costa *et al.*,1996.

Segundo Ribeiro *et al.*, (2009) o sistema de falhas normais NW-SE, representa os limites da planície aluvionar do rio Solimões que funcionou como o antigo curso do rio Solimões. A confluência do paleo rio Solimões com o rio Purus se dava cerca de 40 km a montante da atual

confluência, tal situação paleogeográfica justifica a extensa planície flúvio-lacustre existente entre o antigo e o atual curso (Ribeiro *et al.*, 2009).

Os estudos desenvolvidos por Rozo (2004) no rio Amazonas, no trecho localizado entre a Ilha do Careiro e a foz do rio Madeira, se contrapõe ao indicar que as mudanças da paisagem são em decorrência dos processos fluviais que executam o trabalho de modelagem do relevo. Nessa área não apresenta feições estruturais proeminentes ou indícios que a sedimentação esteja controlada por tectonismo (Rozo, 2004. p. 81).

O mesmo estudo aponta que uma possível influência tectônica pode ser inferida pelo padrão assimétrico de deposição, caracterizada pelo maior acúmulo de sedimentos na margem direita do rio Amazonas. Em consonância a essas inferências, Bezerra (2003) afirma que o rio Amazonas apresenta essa assimetria na planície em toda a extensão do alinhamento, que se concentra na margem direita, com barrancos na Formação Alter do Chão pela esquerda.

Igreja afirma que posicionado na margem direita do Encontro das Águas de Manaus, circundando a Ilha do Careiro ocorre um cinturão de Várzea, formado por sedimentos argilosos, sílticos, e de areias finas, depositados pelo Rio Amazonas.

Esses depósitos apresentam feixes alongados, morfologias superficiais frequentemente planas, em parte abauladas, com numerosos lagos e depressões pouco profundas (Igreja, 2012. p. 22). O autor cita que datações de sedimentos realizadas numa perfuração na Terra Nova, extremidade leste da Ilha do Careiro, estudados por Absy (1979) exibiram a idade de 2840 ± 80 anos antes do presente (Holoceno), a 19,7-19,8 metros de profundidade.

Na margem leste da Ilha do Careiro o material orgânico coletado a 5,3 metros da superfície apresentou idade de 990 ± 50 anos AP, mostrando que são muito jovens e a velocidade de sedimentação nesses locais variou de 2 a 7 mm (Latrubesse e Franzinelli, 2002).

Fatores controladores da rede de drenagem – lineamentos, falhamentos e afloramentos

Estudos realizados na bacia amazônica contemplam a existência de processos tectônicos passados e atuais, e suas evidências estão presentes no controle geológico e geomorfológico que promove a estrutura de “encaixe” de sistemas fluviais, da retificação de canais, de mudanças de cursos e da geometria de bacias hidrográficas.

Trabalhos como o de Sternberg (1950), Franzinelli e Igreja (1990), Silva e Rosseti (2009), Almeida Filho *et al.*, (2005), Rozo (2005), e Pinto (2012), registraram alterações nas feições morfológicas e nos padrões de drenagem motivados por processos neotectônicos,

interpretados a partir de produtos de sensoriamento remoto ao longo da calha principal do rio Amazonas e seus tributários, evidenciando movimentos tectônicos e reativações de falhas.

As indagações de Sternberg (1950) pautadas na correlação do alinhamento e retificação de alguns cursos d'água como o rio Urubu e o rio Preto da Eva, já postulava a existência de um controle neotectônico de cursos fluviais na Amazônia Central.

Esses e outros aspectos observados em imagens, mapas e cartas topográficas evidenciavam o condicionamento fluvial e geomorfológico a partir de fatos geográficos apresentados na morfologia de drenagem:

(...) os extensos lanços sensivelmente retilíneos que certos rios possuem são, por vezes, notavelmente paralelos - coteje-se, por exemplo, o rumo dos rios Urubu e Preto com o daquele segmento do rio Negro que compreende o arquipélago das Anavilhanas: não há como negar seu paralelismo; os rios - e suas dilatações lacustres - ocupam amiúde vales que se quebram em ângulo reto, em "joelhos" poderíamos dizer; os pequenos segmentos retos que constituem esses joelhos também formam dois feixes de paralelas (Sternberg, 1950. p. 3).

Tais ângulos retos descritos pelo autor, identificados como “joelhos” também são conhecidos regionalmente como “cotovelos” e podem estar associados a fatores neotectônicos que oferecem controle aos cursos fluviais. Essas formas se apresentam em ângulos de 90° graus (figura 17) como aquele que se apresenta no município de Careiro da Várzea e forma a Ilha da Terra Nova, no rio Amazonas.



Figura 17: Localizada as margens do rio Amazonas, no município de Careiro da Várzea, a Ilha da Terra Nova é produto da dinâmica fluvial e dos controles tectônicos que condicionam os rios amazônicos, apresentando um ângulo de 90° graus em um trecho do rio de água branca condicionando a deposição de sedimentos. Coordenadas 03° 05' 05,38" S 59° 43' 23,22" O. Recorte da carta topográfica SA-21-Y-C 1:250.000 e da imagem disponibilizada pelo Google Earth Pró 2020. Org.: a autora (2020).

Outro fator de aspecto geológico de efeito na modelagem dos sistemas hidrogeomorfológicos é a presença de afloramentos rochosos, que podem ser um agente de resistência aos processos erosivos fluviais pela constituição de seus materiais.

A exemplo a Costa do Jatuarana, na região do Encontro das Águas, onde ocorre um afloramento rochoso da Formação Alter do Chão, onde há uma resistência maior do material a erosão e conseqüentemente a quantidade de sedimentos que é fornecida aos sistemas fluviais, observando ainda que esse quadro litológico está sob a influência do rio Negro e do sistema fluvial Solimões-Amazonas (Figura 18).



Figura 18: Na Costa do Jatuarana, margem esquerda do rio Amazonas, afloram rochas da Formação Alter do Chão oferecendo mais resistência aos processos erosivos fluviais e aos movimentos gravitacionais de massa, que os materiais provenientes de depósitos Holocênicos. Coordenadas 03° 03' 08'' S 59° 43' 07'' O. Fonte: imagem disponibilizada pelo Google Earth Pró 2020 e registro fotográfico em campo (2018). Org.: a autora (2020).

De acordo com Franzinelli (2011) o rio Solimões-Amazonas, ao longo do seu trajeto, corre, ora na planície por ele mesmo formada, ora entre a margem da planície e as rochas da Formação Alter do Chão. Essas rochas do Cretáceo superior afloram na porção central da bacia sedimentar amazônica, onde a planície de inundação do rio Amazonas de idade holocênica, também está assentada sobre a Formação Alter do Chão.

Segundo Igreja (2012) as duas direções principais N40E e N65W, que governam a faixa central da bacia amazônica, junto com o *trend* N75E, constituem os principais *trends* dos lineamentos e das falhas e fraturas em toda a faixa central da Bacia Amazônica. A estes lineamentos tectônicos relaciona-se a origem dos *grabéns* Paciência, Manaus e Careiro (Figura 19), onde ocorre a sedimentação quaternária da planície amazônica nesta parte da bacia (Igreja e Franzinelli, 2007).

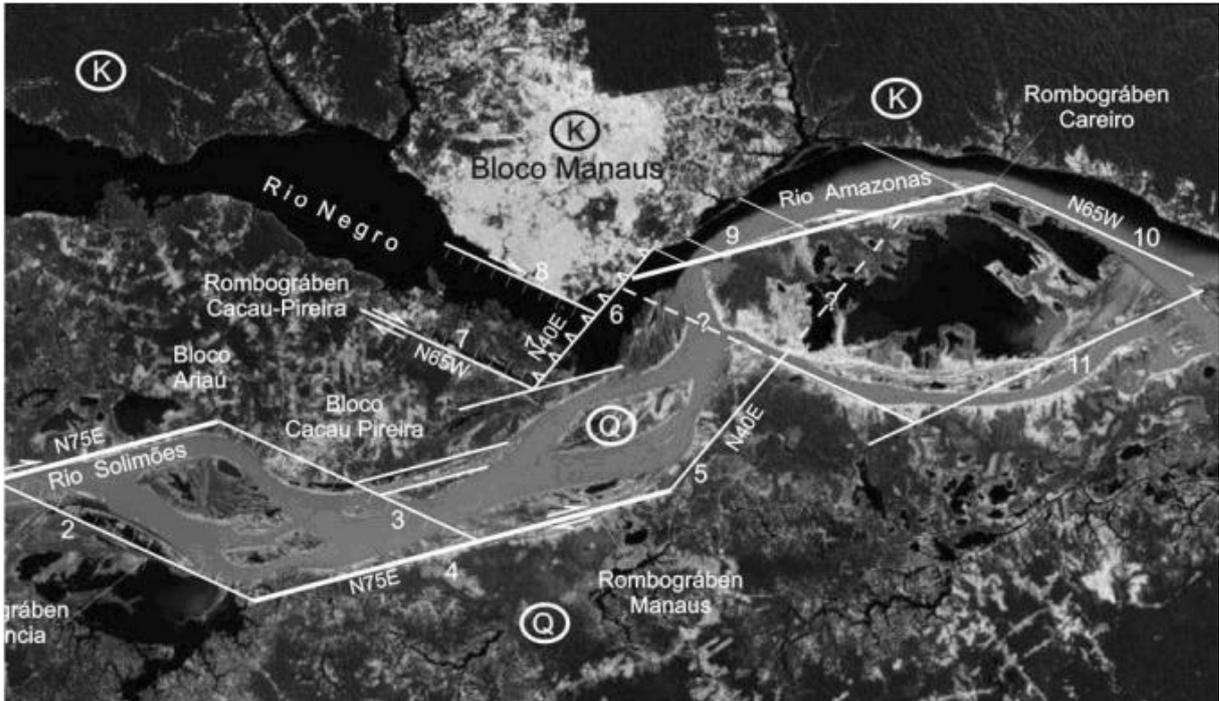


Figura 19: Esboço geológico-tectônico da região do Encontro das Águas. Imagem original obtida no Google Earth em novembro de 2007. Onde a representação das letras identifica as características e os números os movimentos tectônicos. Q - Quaternário. Areias, siltes e argilas inconsolidadas da planície do Rio Solimões-Amazonas. K - Cretáceo Superior. Formação Alter do Chão. Arenitos e argilitos vermelhos, subordinadamente conglomeráticos, friáveis, associados a horizontes silicificados (Arenito Manaus). Lineamentos e Zonas de Falhas: 1 - Educandos, 2 - Paricatuba, 3 - Aleixo, 4 - Paciência Leste, 5 - Manaquiri, 6 - Curari, 7 - Terra Nova, 8 - Marimbá, 9 - Careiro. A jusante do Encontro das águas está o município de Careiro da Várzea, onde o romboagraben Careiro forma a estrutura de controle dessa porção da bacia de direção N65W. Fonte: Franzinelli (2011).

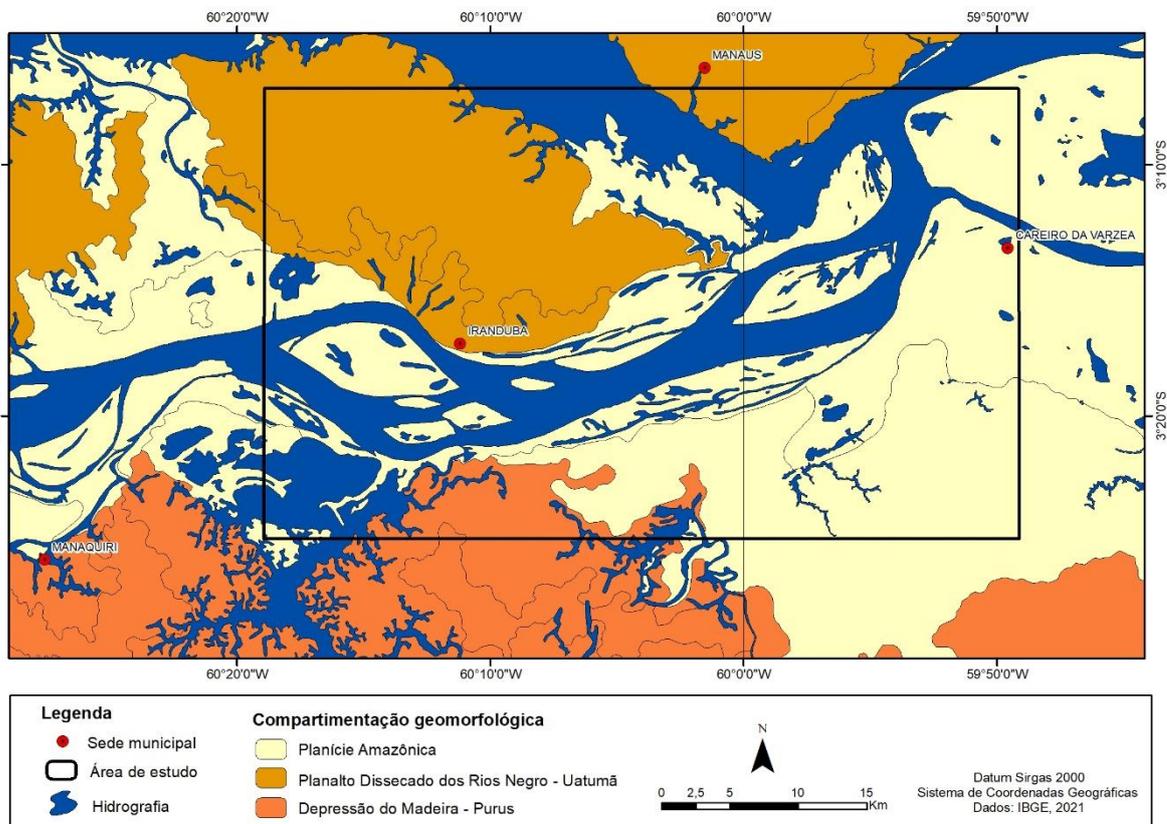
Os processos de migração mudanças de curso, retificação, gênese e extinção de canais fluviais estão relacionadas com a estruturação neotectônica (Pinto, 2016, p. 16). Assim, os principais trends estruturais neotectônicos são: N60W, N45E, N50E, WSW-ENE e N10E, representados pelos rios Solimões, Negro, Madeira, Amazonas e Tarumã, respectivamente (Franzinelli *et al.*, 1999, Igreja *et al.*, 1999).

Segundo Rozo (2005), as principais mudanças promovidas por movimentos neotectônicos destacam-se as seguintes feições: 1) vales com extensos segmentos retilíneos os quais são, em alguns lugares, notavelmente paralelos; 2) orientação da drenagem na Terra Firme e na Várzea; 3) alargamentos na planície de inundação e nas desembocaduras de alguns afluentes; 4) basculamento de camadas; 5) fraturamento da calha do rio; e 6) fluxos capturados.

Domínios morfoestruturais – compartimentação do relevo na paisagem amazônica

De acordo com o levantamento realizado pelo Projeto RadamBrasil, com atualizações realizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) a compartimentação do relevo amazônico descrito na Folha SA 21 Santarém consiste na identificação nove domínios geomorfológicos: Planície Amazônica, Tabuleiros da Amazônia Centro-Occidental, Domínio Colinoso da Amazônia Ocidental, Baixos Platôs da Amazônia Centro-Oriental, Superfícies Aplainadas do Norte da Amazônia, Planalto Residual do Norte da Amazônia, Planalto do Divisor Amazonas-Orenoco, Superfícies Aplainadas do Sul da Amazônia e Planaltos Dissecados do Sul da Amazônia.

A Planície Amazônica é a unidade geomorfológica que predomina na área de estudo (mapa 2), segundo os dados do Projeto RadamBrasil (1976) essa compartimentação geomorfológica é representada por uma área alongada, estendendo-se na direção E-W tendo o rio Amazonas em seu eixo, e sua planícies e terraços fluviais alcançam por vezes dezenas de quilômetros de largura e consistem nas únicas zonas deposicionais ativas na Amazônia.



Mapa 2: Unidades Geomorfológicas da área de estudo representadas pela Planície Amazônica e Depressão do Madeira-Purus. Mapa elaborado a partir da edição da base cartográfica vetorial do IBGE (2021). Org.: a autora (2022).

Ao realizar seu percurso, o rio Amazonas modela o relevo ao longo do seu perfil longitudinal, com um sistema complexo de canais, lagos, ilhas e diques marginais, com depósitos que apresentam feições de feixes alongados, morfologias superficiais frequentemente planas e depressões pouco profundas (Sioli, 1951; Igreja, 2012).

Nessa área são encontrados paranás, furos, igarapés, vales fluviais com a foz afogada ou rias fluviais, lagos com forma diferenciadas, diques aluviais, canais e cordões arenosos, áreas de inundações constantemente alagadas, cursos fluviais anastomosados e numerosas ilhas (Nascimento *et al.*, 1976. p. 145).

A planície amazônica é constituída de depósitos fluviais holocênicos formadas por argila e silte depositados por colmatagem nos lagos e terrenos periodicamente inundados, podendo apresentar características arenosas nos diques marginais (Gatto, 1989. p. 58).

Consta na Folha SA 21 que as principais cidades são Alenquer, Óbidos, Oriximiná, Parintins e Itacoatiara, a exceção de Parintins e Itacoatiara (Amazonas), as outras cidades que estão localizadas no estado do Pará estão centradas em áreas limítrofes com outras unidades morfoestruturais mais elevadas a salvo das cheias do rio.

Além dos períodos de cheias, outro fator que impulsiona a busca por terras mais elevadas periodicamente ou em definitivo é a ocorrência das terras caídas. Segundo Danta e Mansini (2010) este é o principal risco geológico-geomorfológico nos aglomerados urbanos, a deflagração da erosão fluvial (desbarrancamentos), denominada “terras caídas”, que podem promover a destruição de trechos da malha urbana dessas cidades ribeirinhas.

Fatores e processos da dinâmica fluvial – Nível de base, declividade, erosão fluvial, dinâmica fluvial (erosão ↔ transporte ↔ deposição)

A dinamicidade existente nos sistemas fluviais apresenta fatores de ordem endógena e exógena, que impulsionam mudanças no comportamento fluvial, e conseqüentemente na apropriação e aproveitamento desses rios pelas populações.

Os cursos fluviais atuam diretamente na esculturação do relevo e são possivelmente um dos mais importantes agentes contínuos de modelagem da paisagem. Na região amazônica essa dinamicidade mantém um vínculo único entre homem e meio, cujas relações sociais se confundem com os ambientes fluviais.

Assim, destaca-se os fatores e processos que agem nessa dinamicidade, iniciada com o rompimento de um limiar (*thresholds*), uma situação limite que foi excedida e possui a tendência de um novo ajuste na busca da manutenção do estado de equilíbrio.

No contexto geomorfológico os limiares que são excedidos demarcam mudanças de regime e de padrão fluvial, e dificilmente as características dos sistemas fluviais retornam as condições originais (Knighton, 1998).

Na busca por esse constante estado de equilíbrio as variáveis que agem internamente nos sistemas fluviais não se apresentam de forma interdependente, mas influenciam nos resultados dos ajustamentos ora pré-estabelecidos por agentes externos.

O quadro litoestrutural, é um agente condicionante ao desenvolvimento do contexto geomorfológico, segundo Magalhães Junior e Barros (2020), a composição das rochas influencia diretamente o tipo e a quantidade de material fornecidos as calhas fluviais que compõe o padrão geomorfológico-deposicional.

Outra variável interna dos cursos fluviais é o nível de base, segundo Suguio (2003), Allaby (2008) e Magalhães Júnior e Barros (2020) o nível de base pode ser entendido como uma superfície limite/topográfica, uma massa continental da qual a erosão é incapaz de alcançar, representando um estado de equilíbrio num dado momento entre a deposição e a erosão.

Também chamado de nível de base de erosão por Suguio (2003), quando sua ocorrência se dá em escala local, esses níveis de base são denominados de *nickpoint* são pontos de inflexão ou rupturas de declive. O termo é aplicado a uma ruptura de declive em pequenas escalas espaciais, como no nível dos segmentos fluviais, expressando-se nos perfis longitudinais, podendo haver vários níveis de base ao longo de um sistema fluvial (Magalhães Júnior e Barros, 2020, p. 28).

A posição e a dinâmica dos níveis de base ao longo dos sistemas fluviais são responsáveis por alterações na energia disponível para a erosão e transporte de materiais. As variações nos níveis de base são de grande importância para a configuração de estilos e padrões fluviais, já que condicionam os processos erosivos e sedimentares, e conseqüentemente, a formação de feições ao longo dos vales (Val *et al.*, 2013, p. 29).

De acordo com Cristofolletti (1980) o perfil longitudinal de um rio mostra a sua declividade, ou gradiente, sendo a representação visual da relação entre altimetria e o comprimento de determinado curso d'água. Assim, um canal fluvial apresenta ao longo de seu perfil irregularidades de maior ou menor magnitude, como as rupturas de declive.

Os processos da geomorfologia fluvial ocorrem em todo o perfil longitudinal de um curso fluvial, variando o predomínio dos processos de erosão, transporte e deposição de sedimentos a depender de outros fatores como estrutura litológica e a energia presente no sistema.

Assim, os trechos do curso fluvial apresentam as seguintes configurações de acordo com Araújo (2018):

- O curso superior do rio é caracterizado pela função de fornecer sedimentos, por sua declividade e velocidade do fluxo facilitarem a predominância do processo de erosão;
- O curso médio é caracterizado por estabelecer um equilíbrio entre os processos de erosão e deposição, e é denominado de zona de transferência;
- O curso inferior também é denominado de zona de deposição, por apresentar o predomínio do acúmulo de sedimentos.

No caso dos rios classificados como de águas brancas, como as do sistema fluvial Solimões-Amazonas que nascem em região de altitude elevada, Araújo (2018) afirma que sua transição passa abruptamente para região de relevo deprimido, com isso diminuem sua declividade e propiciam a deposição de material detrítico trazido dos Andes, tanto no canal quanto na área de transbordamento.

O trabalho dos rios – Erosão ↔ transporte ↔ deposição

Os rios compõem um importante agente modificador do relevo imprimindo continuamente novas feições geomorfológicas onde atuam os processos de erosão, transporte e deposição de sedimentos, fundamentando a potencialidade das águas correntes enquanto agentes modificadores da paisagem.

Nessa perspectiva, Christofolletti (1981) e Suguio e Bigarella (1990) afirmam que as redes hidrográficas representam um dos mais importantes agentes geológicos e são as principais vias para o transporte de produtos elaborados pela meteorização, promovidos pela turbulência e velocidade das águas.

O trabalho que o rio executa é composto pela tríade da geomorfologia fluvial, erosão, transporte de materiais, e mecanismos deposicionais, onde a força da água é exercida sobre os sedimentos do leito fluvial para regulação do estado de equilíbrio do rio (Christofolletti, 1981; Pacheco, 2012).

Entre outros processos essa tríade é responsável pelos processos erosivos nas margens dos rios amazônicos conhecidos regionalmente como “terras caídas”, e pela deposição de sedimentos resultando no surgimento de novas terras e unidades geomorfológicas.

Na execução dessa tríade desenvolvida pelo rio há gasto de energia da nascente até a foz, a energia presente nos sistemas fluviais impulsiona a capacidade e competência do rio de erodir suas margens, transportar ou sedimentar esses materiais, o que indicará a intensidade desses processos e suas respectivas consequências para os ambientes hidrogeomorfológicos, e ao condicionamento ambiental da vida humana.

Transporte

O transporte desse material por sua vez depende da sua origem, granulometria e velocidade dos rios, quando a velocidade do fluxo se reduz, as partículas maiores são depositadas, enquanto as, menores permanecem em movimento (Novo, 2008).

Os mecanismos responsáveis por esse transporte são agrupados em três categorias: tração, saltação e solução, e dependem da quantidade de energia presente no sistema. De modo que, se houver um excesso de energia esta é utilizada para o rio erodir suas margens e o fundo do canal, mas se houver um débito de energia a carga vai sendo depositada de acordo com a granulometria (Suguio e Bigarella, 1990)

As partículas medianas (areias) que não são grandes suficiente para se manter no leito do rio, como o cascalho e sofrer o processo de tração são transportadas por saltação. As pequenas como silte e argila são arrastadas por suspensão.

De acordo com Novo (2008), os rios podem depositar sua carga em qualquer ponto ao longo de seu curso. Entretanto, a maior parte do material é depositada nas seções onde o gradiente de declividade do canal é pequeno ou onde há mudanças bruscas na profundidade, velocidade, taxas de turbulência e escoamento no canal.

Esses materiais possuem densidade, tamanho e formas diferenciadas que vão influenciar na seleção de transporte e de sedimentação. O resultado da interação desses fatores combinado com a intensidade da corrente e grau de turbulência mostra um complexo transporte seletivo de partículas. O efeito são as mudanças nos materiais carreados nos padrões das formas e tamanho que estes apresentam.

Em decorrências desses transportes de materiais de diferentes origens há composição e estrutura dos depósitos aluviais, onde por acreção lateral há formação de barras de meandros,

barras de canais e as ilhas aluviais, e por acreção vertical os diques marginais e bacias de inundação (Suguio e Bigarella, 1990).

Erosão fluvial

A erosão presente nos canais fluviais é agrupada por Suguio e Bigarella (1990) em três tipos, corrosão, corrasão/abrasão e cavitação. A corrosão compreende todo e qualquer processo da reação química entre a água e as rochas que estão em contato. A corrasão ou abrasão é o desgaste pelo atrito mecânico através do impacto das partículas carregadas pelas águas. E a cavitação ocorre em condições de velocidade elevada, quando os canais estão sujeitos a grande velocidade, com trechos em corredeiras não ocorrendo na área de estudo.

Quando os rios erodem seus canais no sentido vertical ocasionam o aprofundamento do talvegue e aumento de comprimento por erosão remontante. Já o alargamento do canal ocorre quando há remoção de areias e cascalhos do leito fluvial, quando as margens do canal são removidas, em geral por solapamento basal e colapso (Novo, 2008).

Na região amazônica a erosão fluvial é conhecida regionalmente por “terras caídas”, é o processo da corrasão e/ou impacto mecânico do movimento das águas fluviais sobre as faixas de terras (impacto lateral) e/ou o turbilhonar (de baixo para cima) (Pacheco *et al.* 2012).

Segundo Pacheco *et al.*, (2012), a erosão fluvial vai dilapidando a planície de inundação, modelando feições devido a vários fatores, entre eles, o traçado sinuoso que o conduz em afastar o canal de sua posição para descrever curvas mais ou menos acentuadas como a que o rio Amazonas o faz entre a Costa do Catalão/Xiborena, ilha da Marchantaria e a costa do Curari.

Isto acontece por meio da erosão nas margens côncavas como ocasionou, nos 12,7 km do paraná do Curari e parte da ilha do Curari, e, deposio nas convexas, a exemplo da Ilha da Marchantaria e na ilha Nova do Curari (Pacheco *et al.*, 2012).

O termo “terras caídas” é utilizado para designar a erosão nas margens dos rios amazônicos e tem sido amplamente utilizado pelos ribeirinhos no decorrer das geraoes, este se traduz em termos teóricos em um conceito que abrange diversos processos de alta complexidade e que possui consequências diretas na vida das comunidades amazônicas.

As terras caídas podem abranger diferentes escalas de grandeza, é o que Carvalho (2006) afirma indicando que o processo pode compreender uma escala quase que imperceptível, pontual, recorrente e não raro, catastrófico, afetando em muitos casos distâncias quilométricas, assim, terras caídas é um

termo regional amazônico usado principalmente para designar erosão fluvial acelerada que envolve desde os processos mais simples a altamente complexos, englobando indiferenciadamente escorregamento, deslizamento, desmoronamento e desabamento [...] que acontece às vezes em escala de grande magnitude. É um fenômeno predominantemente complexo, inter-relacionado causado por fatores hidrodinâmico, hidrostático, litológico, climático, neotectônico e ainda que em pequena escala antropogênico (Carvalho, 2006, p. 56).

Em trabalho de campo no município de Careiro da Várzea, na área conhecida como Costa do Rebojão foi verificado o intenso processo de ocorrência das chamadas terras caídas. A instabilidade existente na Costa do Rebojão evidencia o processo de destacamento de materiais aluviais e a deposição desses sedimentos ocorre à medida que a capacidade do rio de transporte diminui devido a algum impedimento físico e a disponibilidade de energia do sistema.

Num processo inverso, segundo moradores locais, as “terras caídas” das margens da Costa do Rebojão estão sendo depositados a jusante no lugar conhecido como Terra Nova, conferindo a esta certa estabilidade, enquanto a outra se estabelece como uma área de risco, devido à frequência das terras caídas.

Deposição

A modelagem e o surgimento de novas formas das unidades do relevo nos processos fluviais envolvem a erosão, o transporte e a deposição de sedimentos. O crescimento de formas como ilhas, restingas, diques, barras laterais e verticais se dá em grande proporção pelo acréscimo de sedimentos recebidos.

A carga de sedimentos transportada procede da bacia de drenagem, de depósitos fluviais prévios (terraços e planícies de inundação) e do fundo e das margens do próprio canal (Latrubesse e Stevaux, 2017). Com a sedimentação são formadas terras novas que possuem novos tipos de usos e apropriação para os moradores locais.

A velocidade da deposição de sedimentos está fortemente relacionada ao tamanho das partículas e se dá de forma gradativa e seletiva, iniciando-se pelas partículas mais grossas, à medida que a velocidade do fluxo se reduz (Stevaux e Latrubesse, 2017). Inferindo modificações marcantes no relevo, esse grau de agente modificador das feições fisiográficas pode ser entendido como a capacidade que o rio possui de erodir e transportar sedimentos.

Esses sedimentos podem ser depositados a qualquer momento no canal, desde que a energia presente no sistema for menor que a capacidade de transportar toda carga, assim, parte dela é depositada diminuindo a quantidade de material transportado (Suguio e Bigarella, 1990).

Como resultado o rio Solimões/Amazonas, apresenta variações de descargas que transportam sedimentos móveis, constituídos entre outros, de depósitos argilo-areno-limoso, e em algumas áreas de seus tributários (rio Madeira) lentes de seixos, raramente, horizontes de arenito ferruginoso, material resultante da sua formação estrutural (Tricart, 1977).

A carga que é depositada forma a planície de inundação e envolve a ação conjunta de processos de acreção lateral e vertical. No primeiro caso, a geração da planície é dada pela migração lateral do canal e pela deposição compensatória na margem oposta à migração, de modo que a planície de inundação se desenvolve sobre esses depósitos. A acreção vertical gera diques marginais que promovem a diferenciação dos dois ambientes (canal e planície) (Stevaux e Latrubesse, 2017).

Ao se depositarem, os sedimentos podem criar ambientes e permitir aos ribeirinhos a apropriação desses novos espaços geomorfológicos. Nesse sentido as comunidades que habitam as áreas de várzea convivem com essa dinâmica de construção e desconstrução de novos níveis topográficos condicionadas à hidrogeomorfologia dos rios de águas brancas.

Caracterização hidrográfica do grande rio – o Sistema fluvial Solimões-Amazonas

A bacia amazônica está dividida em três grandes unidades morfoestruturais: os escudos, a cordilheira dos Andes e a planície amazônica, que ocupam respectivamente 44%, 11% e 45% da superfície total da bacia hidrográfica (Molinier *et al.*, 1996). A maior parte da bacia consiste em uma topografia relativamente plana de rochas cristalinas do pré-cambriano e platôs baixos de sedimentos do quaternário com fracos declives.

Restringindo-se aos elementos maiores, Tricart (1974) afirma que na Amazônia central e oriental apresenta uma fossa de afundamento WSW-ENE que ocupa o espaço compreendido entre os escudos Guiana e Brasileiro. O sistema fluvial Solimões-Amazonas de escala continental desenvolve-se nessa “extensa depressão intracratônica, e drena dos Andes até o Oceano Atlântico conferindo os efeitos da tectônica na impressão da paisagem ribeirinha em centenas de quilômetros” (Meters *et al.*, 1996. p.1089).

O rio Solimões percorre seu trecho de nascente numa área de topografia acidentada da Cordilheira dos Andes, os formadores do rio Negro também nascem em áreas acidentadas do território nacional (Planalto das Guianas) a 2.100 m de altitude. Pela margem direita apenas os formadores do rio Madeira nascem nas áreas acidentadas dos Andes bolivianos (cunha, 2003).

A extensão e magnitude de grandes rios como aqueles situados em regiões tropicais, como o rio Congo na África, geralmente atravessam mais de uma província geológico-geomorfológica. O rio Amazonas, por exemplo, drena áreas do cinturão orogênico dos Andes, as bacias interiores e áreas da planície (Latrubesse *et al.*, 2005. p. 4).

O rio Solimões-Amazonas e seus tributários drenam uma bacia de mais de 7.000.000km², o rio Amazonas é o principal formador da maior bacia hidrográfica do mundo, e que possui as maiores descargas de vazão (Tricart, 1974; Sioli, 1985; Pacheco *et al.*, 2012).

Assim, a bacia é constituída de rios de grande porte, rios pequenos e igarapés, apresentando diferenças consideráveis em relação à morfologia e composição de seus leitos e quanto às características químicas e biológicas de suas águas (Alves, 2013).

Caracterização e classificação dos sistemas fluviais amazônicos

Na Amazônia a paisagem e os processos hidrodinâmicos estão associados as nascentes, as áreas que drenam, a distribuição sazonal das chuvas e as características físico-químicas das águas. A classificação em três tipos de seus rios está fundamentada na coloração de suas águas, sendo a mais usual aquela definida por Sioli (1964) sendo: os rios de água preta, a exemplo do rio Negro, os rios de águas claras como o rio Tapajós, e os rios de água branca como o rio Solimões/Amazonas e seus tributários (figura 20).

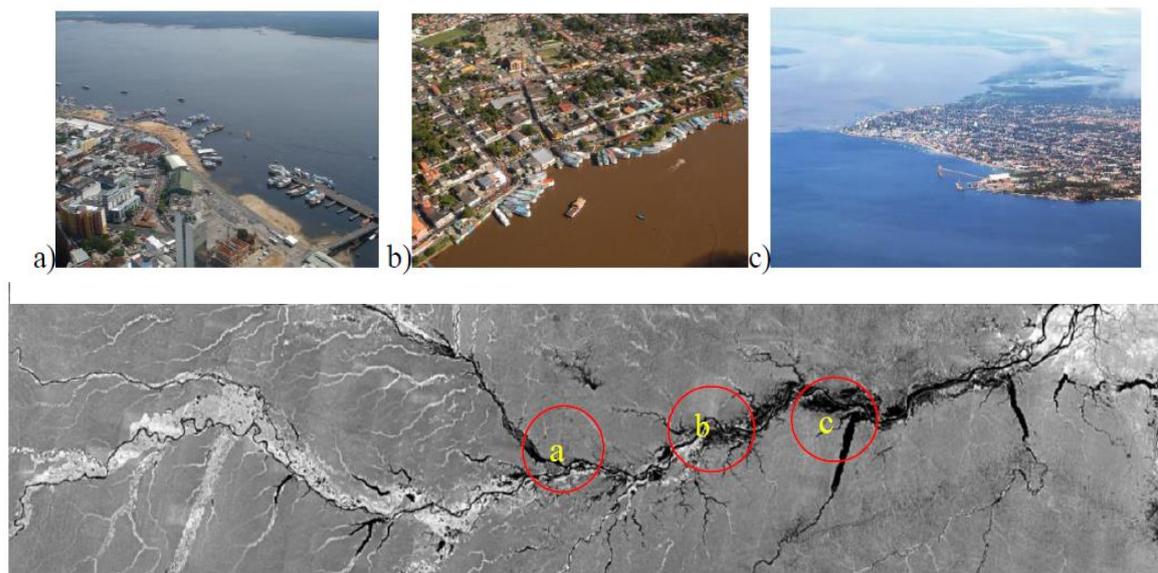


Figura 20: Tipos de rios da Amazônia conforme a classificação de Sioli (1964): a) água preta do rio Negro no porto da cidade de Manaus; b) água branca do rio Amazonas na orla da cidade de Parintins; c) água clara do rio Tapajós na cidade de Santarém. Mosaico de Imagens Jers-1 ano de 1995. Fonte: Pinto, 2013.

De acordo com Sioli (1985) os rios de águas pretas são representados pelos rios que descem dos maciços do Brasil Central e das Guianas. Suas cabeceiras se encontram em regiões geologicamente mais antigas de base mais sólida, com atividade de erosão fraca lhe conferindo um leito fluvial estável.

As características e qualidade das águas correspondem as áreas de captação dos rios, que apresentam diferenças dependendo das unidades geológicas-geomorfológicas que drenam. Assim, as águas pretas que nascem no escudo das Guianas possuem seu pH muito baixo, com baixa quantidade de sais minerais e alta concentração de substâncias húmicas.

Com exceção das substâncias húmicas, essas características são válidas para uma grande parte das águas claras, mas Junk (1979) afirma que este grupo é muito heterogêneo e pode em parte incluir também águas relativamente ricas em sais minerais. “Dependendo da geologia das respectivas áreas de captação apresentam baixa capacidade de produção e condições ecofisiológicas face ao seu pH muito baixo” (Junk,1979. p.37).

Os rios de água branca, são caracterizados pelo grande aporte de sedimentos ricos em nutrientes que derivam da “área Andina e Pré-Andina, geoquimicamente muito mais rica que as outras áreas” (Junk, 1979. p 37). Porém, essa concentração de sais minerais diminui à medida em que ocorre o distanciamento dos Andes causado pela difusão das águas dos afluentes, tornando-o mais pobres em nutrientes, se comparados as águas do alto curso do rio Amazonas.

Nas montanhas andinas, além da nascente do rio Amazonas, também são carreados os materiais que fornecem ao grande rio sua coloração com grande aporte de sedimentos de diferentes granulometrias, que desce das porções mais altas até a planície amazônica.

Torna-se evidente que os rios de águas barrentas, amarelas, têm sua origem nas serranias situadas, sua maior parte nos Andes, lá a exemplo do Vale da Luna, próximo a La Paz onde morainas depositadas em períodos glaciais são erodidas, tem-se uma visão das quantidades de material transportadas destas cabeceiras de rios para a baixada amazônica (SIOLI, 1985, p. 31).

Segundo Junk (1983) esses sedimentos do cretáceo, são alcalinos e relativamente ricos em sais minerais com significativa quantidade de argila em suspensão, principalmente cálcio e magnésio, fazendo com que a composição química da água seja quase neutra, com pH variando de 6,5 a 7 (Quadro 02).

Quadro 02. Principais características das águas brancas na região amazônica

Parâmetros dos rios de águas brancas	
Cor	Ocre, amarelo, turvo
Geomorfologia/origem ⁽²⁾ superfície	Encosta de montanhas (como supridores primários de matéria suspensa) Andino ou pré-Andino
Sedimentos (g/l) ⁽³⁾	0,08 - 0,40
Conteúdo húmico (mg/l) ⁽⁴⁾	14,1
pH da água ⁽²⁾	6,2 - 7,2
Nutrientes inorgânicos ^(5,6)	Rico
Classificação dos solos ^{(FAO) (7)}	Fluvisolos e gleysolos
Cobertura vegetal da área de inundação	Várzea e campos de Várzea
Exemplo de rios	Solimões/Amazonas, Madeira, Purus e Juruá.

Autores:1) Sioli (1975) 2) Sioli (1984) 3) Irion (1984) 4) Schimidt (1972) 5) Junk (1984) 6) Furch (1984) 7) Somobroek (1984) 8) Prance (1978). Adaptado de Ayres (2006). Fonte: Pinto (2016).

Os cursos dos rios de água branca na Amazônia são muito instáveis, são considerados rios que estão em contínuo processo de formação, modificando seus cursos com os processos de erosão e deposição, erodindo suas margens e criando outras formas.

As áreas de deposição desses rios conhecidas como várzeas estão sujeitas a inundações sazonais e compõem uma extensa planície aluvial resultado de uma dinâmica hidrogeomorfológica singular compondo um sistema complexo de canais, lagos, ilhas, diques marginais e barras laterais e centrais.

As várzeas dos rios de água branca como o Solimões/Amazonas são reconhecidamente férteis, e seus principais representantes na Amazônia de origem andina (rio Marañón - Solimões e rio Madeira) assinam suas contribuições ao rio Amazonas com águas carregadas em materiais dissolvidos ricas em sedimentos inorgânicos (Gutjahr, 1996; Costa e Inhetvin, 2007; Alves, 2013).

Estudos a respeito da dinâmica fluvial presente na região do médio rio Amazonas, mostram as mudanças da paisagem em decorrência dos processos fluviais que executam o trabalho de modelagem da rede de drenagem e das unidades geomorfológicas.

Identificação da tipologia dos sistemas fluviais amazônicos – rio, rias, paranás, lagos, igarapés e furos

Os fatores geológicos-geomorfológicos fluviais promovem diferentes formas no leito do rio e nas suas margens, assim são encontradas diferentes tipologias de padrões de drenagem e formas de relevo. São constituintes hidrogeomorfológicos na paisagem amazônica elementos tais como, igarapés, paranás, furos, lagos de várzea e terra Firme. A seguir são apresentadas algumas dessas tipologias geomorfológicas e fluviais em levantadas em trabalhos regionais:

Paraná, furos e igarapés são elementos do sistema amazônico, uma terminologia que segundo Andrade (1958) se apoiam ora em critérios morfológicos e empíricos ora etimológicos. Assim, o autor apresenta critérios para conceituar esses elementos, a saber:

- Igarapé: constitui numa aglutinação de “iga”, canoa, e “apê” caminho, o caminho de canoa, no sentido de caminho feito d’água, de mover a canoa ao longo do igarapé como por uma trilha estável, a trilha de canoa.
- Paraná: subsiste com o sentido de braço de rio, pois volve sempre ao leito principal de onde se esgalhou. E há também canais tradicionalmente designados como paranás cujas águas somente voltam ao rio de onde partiram por intermédio de um afluente deste.
- Paraná-mirim: (a permitir ou não a navegação), porção estreita e longa existente entre ilhas. Paraná-Mirim não tem função apenas diminutiva, ou mesmo só comparativa (rio menor), mas igualmente partitiva: porção do rio, ou “um pouco” do rio que deriva do leito principal.
- Furos: a denominação de furo suscitada em função da possibilidade de “varar”, estabelecer comunicação entre rios, paranás, lagos e igarapés. A discriminação tende a fixar-se, sobretudo, no desigual comprimento dos condutos. Os canais mais curtos que levam, permanentemente também, águas do Solimões a um afluente dá-se o nome de furos: furos de Paracuba e Xiborena (rio Negro). Estes não são confundidos com os paranás; e os entalhados na terra-firme poderão ser identificando à primeira vista. A correnteza fraca desses canais e o caráter temporário das comunicações que a maior parte deles proporciona o caracterizam. A navegabilidade temporária, porém, não é uma regra.
- Lagos de Várzea: ocupam as depressões da planície aluvial em formação, ou seja, as áreas ainda não são inteiramente colmatadas pelo material sólido depositado durante as cheias; são massas líquidas rasas, de margens indefinidas e com profundidades variando

de 3 a 6 m nas cheias, e de 1 a 2 m nas vazantes. Muitos lagos de Várzea ocupam extensas áreas na planície aluvial do Amazonas com áreas variando de 20 a 40 km². Outros estão situados em grandes ilhas aluviais, como o Lago do Rei, na Ilha do Careiro. Segundo Pinto (2013) a conexão entre o rio e o lago podem ser temporários ou permanentes, isso depende da morfologia do lago, da sua posição, do seu tamanho e podem ser muito influenciados pela oscilação do nível da água do rio principal. No período de águas baixas, pequenos lagos podem secar completamente, enquanto no período de águas altas, a sua área não pode ser determinada devido ao contato com outros lagos (Pinto, 2013). São também lagos de Várzea aqueles oriundos dos meandros abandonados, no caso com a forma crescente ou ferradura.

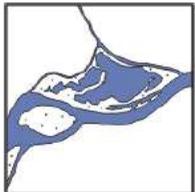
- Rias fluviais: os leitos dos cursos de água cavados nos sedimentos do Terciário e Cretáceo foram aprofundados pela erosão remontante durante as oscilações glacioeustáticas marinhas quaternárias e tiveram os vales de seus trechos finais “afogados” pela subida das águas (Soares, 1998. p. 76).
- Rios: geomorfologicamente o termo rio aplica-se para designar corrente canalizada ou confinada. Geologicamente a palavra rio é empregada geralmente para referir o tronco principal de um sistema de drenagem. Resumidamente o rio constitui um corpo de água corrente confinado num canal (Suguio e Bigarella, 1990). Os rios podem originar-se das águas das chuvas, isto é, da junção de vários filetes, de fontes, da fusão de neve e geleiras, ou, ainda de emissários de lagos (Guerra e Guerra, 2003. p. 545).

Na Amazônia os rios são constantes e preponderantes na paisagem, ainda que em períodos de vazante, quando sua representação é diminuída pela descida das águas. É um conjunto complexo, onde a planície aluvial dos rios de águas brancas, as várzeas, são entrecortadas por paranás, furos e inúmeros lagos.

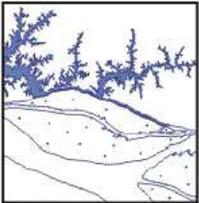
Rozo (2004) examinou as terminologias referentes a paisagem fluvial da planície amazônica, baseado em autores como Nascimento *et al.*, (1976), Mertes *et al.*, (1996), e Latrubesse e Franzinelli (2002), e apresentou as principais configurações fluviais (paranás, tipos de lagos e furos) encontradas entre a Ilha do Careiro e a foz do Rio Madeira, no rio Amazonas (quadro 03).

MORFOLOGIA	TERMINOLOGIA	DESCRIÇÃO
	<p>Lago arredondado</p>	<p>Lago com formas arredondadas e irregulares associado a distributários meandrantes abandonados e colmatados, ainda com preservação do contorno original da drenagem.</p>
	<p>Lago de meandro</p>	<p>Lago em forma de meia-lua, situado em posição bem definida na faixa de meandro, formado pelo abandono do meandro durante a migração lateral do canal fluvial (Suguio 1998).</p>
	<p>Lago entre barras de acreção.</p>	<p>Lago assimétrico e estreito que seguem a configuração alongada das linhas de acreção.</p>
	<p>Lago retilíneo ramificado</p>	<p>Lago que seguem a borda erosiva dos platôs da Formação Alter do Chão. Antiga drenagem que foi represada e forma um lago.</p>

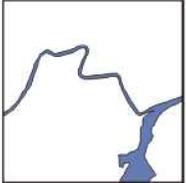
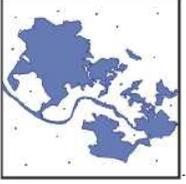
Quadro 03: Principais formas de lagos e suas características encontradas na planície fluvial do rio Amazonas entre a Ilha do Careiro e a Foz do Rio Madeira. Fonte: Rozo, 2004.

MORFOLOGIA	Nascimento <i>et al.</i> (1976)	Mertes <i>et al.</i> (1996)	Latrubesse & Franzinelli (2002)	Dumont (1993)
	Lago de restinga Antigas “baías” fluviais, isoladas do rio principal por processos de colmatagem do tipo restinga fluvial*.	-	-	-
	Lago adaptado a tectônica Áreas alimentadas por afluentes e/ou pelas chuvas onde ocorre subsidência localizada controlada por alinhamentos estruturais.	-	-	Lagos retangulares Instalados sobre o ambiente de pântano, com orientação preferencial que sugere um forte controle tectônico produto de reativações de estruturas do embasamento.
	Lago de barragem Áreas onde a foz foi barrada.	Lagos de ria* (Ria lakes)	-	Lagos represados Rios que tiveram seu fluxo interrompido por soerguimento, cuja taxa de elevação excedeu a taxa de erosão ou ainda por barragem do fluxo causado por um aumento no nível da água do canal principal.

Quadro 03: Principais formas de lagos e suas características encontradas na planície fluvial do rio Amazonas entre a Ilha do Careiro e a Foz do Rio Madeira. Fonte: Rozo, 2004.

	Nascimento <i>et al.</i> (1976)	Mertes <i>et al.</i> (1996)	Latrubesse & Franzinelli (2002)
MORFOLOGIA	Furo Canal de drenagem que liga um rio a outro, um rio a um lago ou um rio a ele mesmo, neste ultimo caso, fora da planície fluvial.	Canal de planície de inundação (<i>Floodplain channel</i>) Canal que tem em ordem de magnitude menor descarga que o canal principal e é tipicamente não ativo durante os períodos de águas baixas.	Canal secundário
	Furo em captura Como foz para um ou mais rios que deixam de escoar diretamente para o rio principal.	-	-
	Furo em colmatagem Como condutor das águas do rio principal para os lagos que se encontram em colmatagem.	-	-
	Furo em vale morto Como ligação entre rios e/ou lagos através de um vale abandonado, por ocorrência de captura.	-	-

Quadro 03: Principais formas de furos e o paraná e suas características encontradas na planície fluvial do rio Amazonas entre a Ilha do Careiro e a Foz do Rio Madeira. Fonte: Rozo, 2004.

MORFOLOGIA	Nascimento <i>et al.</i> (1976)	Mertes <i>et al.</i> (1996)	Latrubesse & Franzinelli (2002)
	<p>Furo em contato litológico Como ligação entre rios e/ou lagos em áreas de contato litológico, principalmente de aluviões com sedimentos da Formação Alter do Chão.</p>	-	-
	<p>Furo adaptado à tectônica Como ligação entre rios e/ou lagos, adaptando-se a alinhamentos de falhas ou diáclases.</p>	-	-
	<p>Furo ligando lagos Como ligação entre lagos.</p>	-	-
	<p>Paraná Canal de drenagem que liga um rio a ele mesmo em áreas de planície fluvial ou com pelo menos uma margem ligada à planície fluvial.</p>	<p>Canal secundário (Anabanches)</p>	<p>Canal secundário</p>

Quadro 03: Principais formas de furos e o paraná e suas características encontradas na planície fluvial do rio Amazonas entre a Ilha do Careiro e a Foz do Rio Madeira. Fonte: Rozo, 2004.

Dinâmica das águas amazônicas e suas relações com regimes plúvio-fluviais

O clima atual da região amazônica é uma combinação de vários fatores, entre estes a sua posição geográfica que resulta uma forte disponibilidade de energia solar, situada na região entre 5° N e 10° S (Salati e Marques, 1984; Ab'Saber, 2003).

Os rios que formam a bacia hidrográfica amazônica têm origem no hemisfério norte e sul, e a extensão da sua rede de drenagem e localização em relação a Linha do Equador lhe conferem características de rios tropicais que estão sob o regime dessa zona climática.

Segundo Latrubesse *et al.*, (2005) a quantidade e distribuição temporal das precipitações são os critérios mais importantes para o reconhecimento das subzonas climáticas: úmida (> 1800 mm), úmida-seca (700-1800 mm) e seca (< 700 mm) (Laturbesse *et al.*, 2005. p. 2).

A bacia hidrográfica amazônica está submetida a um regime de precipitações essencialmente de origem atlântica e recebe em média 2.460mm/ano (Molinier *et al.*, 1994). Na parte brasileira da bacia a distribuição sazonal das precipitações demonstra diferenças sensíveis entre o Norte e o Sul, segundo o autor ao Norte do Equador (bacia do Rio Negro), o máximo pluviométrico é observado de maio a julho e ao Sul é de dezembro a março.

No rio Negro, nos arredores da cidade de Manaus (AM), as variações fluviométricas chegaram à máxima de 29,97 m em 29 de maio de 2012 com cota mínima de 15,96 m em 27 de novembro do mesmo ano, configurando uma diferença de 14, 06 m, com base nos dados levantados pelo Porto de Manaus.

Na estação fluviométrica localizada no município de Careiro da Várzea, a jusante da capital, são medidas as flutuações do nível da água onde ocorre a confluência entre o rio Negro e o rio Solimões formando o Encontro das Águas. A partir dessa união é formado em território brasileiro o rio Amazonas, cujas máximas fluviais atingiram valores de 17,43 m em 11 de junho de 2012, e cota mínima de 10,26 m em 13 de setembro para o mesmo ano (CPRM, 2012), com uma variação de 7, 17 m nas proximidades do município supracitado.

A região é acompanhada de um abastecimento quase permanente de massa de ar úmido, de estoque de nebulosidade, baixa amplitude térmica anual e ausência de estações secas pronunciadas (Ab'Saber, 2003). O máximo da chuva na região central da Amazônia (próximo de 5°S) pode estar associado com a penetração de sistemas frontais da região sul, interagindo e organizando a convecção local (Fisch *et al.*, 1998).

Medidas realizadas na Amazônia Central (Manaus-AM) indicam que os maiores totais de radiação que chegam à superfície ocorrem nos meses de setembro/outubro, e os mínimos

nos meses de dezembro a fevereiro. Esta distribuição é controlada pela nebulosidade advinda da migração SE/NW da convecção amazônica (Horel *et al.*, 1989).

As isoietas médias anuais (figura 21) mostram valores elevados nas proximidades do rio Amazonas entre os rios Purus e Madeira (2.800 mm) e entre os rios Japurá e Negro na fronteira com a Colômbia (3.000 a 3.400 mm). Parte dessa precipitação é devolvida a atmosfera pela evapotranspiração que atinge na área 1.382 mm/ano na área da bacia hidrográfica amazônica (Cunha, 2003).

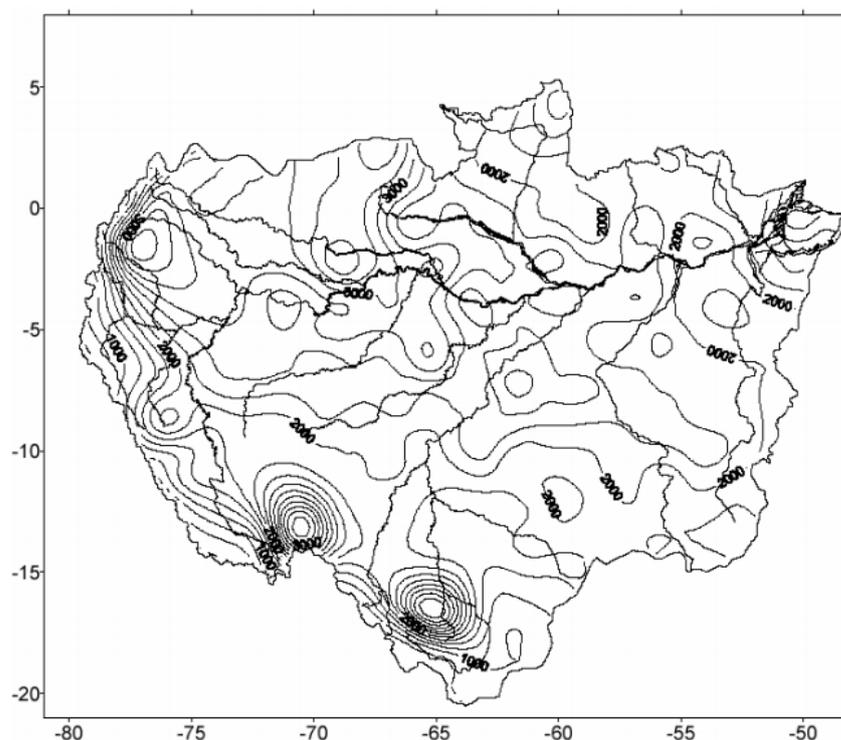


Figura 21: Carta de chuvas médias anuais para a Bacia Amazônica no período de 1970 – 1996. Fonte: Projeto HIBAM. Filizola *et al.*, 2002.

Na Amazônia as condições climáticas e a proximidade com a linha do Equador conferem a essa região, estados atmosféricos com altos índices pluviométricos, que favorece duas sazonalidades bem definidas uma com chuvas mais frequentes e outra de estiagem.

O regime hidrológico de cheias e vazantes fluviais recebem a influência plúvio-nival, e ao se associar às formações geológicas, geomorfológicas, pedológicas e hidrográficas, proporciona mudanças significativas na paisagem de fundamental importância na apropriação da terra pelos povos, no caso da Amazônia, bem como sua relação ecológica com o sistema ambiental.

Unidades geomorfológicas no contexto amazônico - Terras Firmes e a Várzea

Terra Firme

Duas paisagens são predominantes na Amazônia, a sua distinção está totalmente condicionada ao alcance das águas nos períodos de cheias fluviais, igualmente o seu aproveitamento também está atrelado ao nível da água.

Isto posto, interessa-nos falar um pouco da nomenclatura que os amazônidas são para esse conjunto de regiões. Na Amazônia predominam dois termos genéricos de aplicação de corrente popular e cotidiana: a “Terra Firme” e a “Várzea” (Ab’Saber, 2005. p. 9).

Para Sternberg (1998) as terras firmes predominam na Amazônia e são terrenos a cavaleiros das maiores enchentes, elevando-se em alguns lugares, poucos metros acima das águas. Em seu ponto de contato com a área inundável a Terra Firme, ora apresenta um barranco íngreme, de transição brusca, ora um plano inclinado, de desnível suave. Só muito raramente avança até a margem (Lima, 1956. p. 309). Ab’ Saber (2005) diferencia a Terra Firme:

Do ponto de vista científico, a Terra Firme não é igual em toda parte, tendo grande continuidade e homogeneidade nos tabuleiros ondulados da Amazônia e modificações setoriais em diversos pontos devido ao contraste nos solos aflorantes. Às vezes, aparecem pequenos setores onde se verifica a existência de muita areia e onde a floresta não entra: campinas, campinaranas e réstias de cerrado em terraços arenosos (Ab’Saber, 2005. p. 9).

Assim a Terra Firme caracteriza-se por áreas de platô baixo de terrenos bem drenados da zona sedimentar terciária, compõem o mais extenso e elevado degrau do relevo da planície amazônica com um platô mais suave até a foz do rio Madeira, e que se eleva gradualmente.

Essa feição geomorfológica revela-se como um platô precocemente maturo, com uma rede de drenagem bem definida, dendrítica que escavou seus leitos em rochas pouco consolidadas, horizontais, atingindo rapidamente o nível de base (Moura, 1943, p. 331).

O ecossistema de Terra Firme também é caracterizado pelos rios de águas transparentes, oriundos dos escudos cristalinos, cujos principais representantes são o Tapajós e o Rio Negro. Do primeiro representante predominam as águas de coloração esverdeada provenientes do escudo do Brasil Central; dos afluentes do rio Negro as águas variam de cor vermelho-marrom, cor de chá, ou marrom-café que drenam os maciços das Guianas.

Esses tipos de sistemas hídricos são característicos das áreas de Terra Firme, os quais mesmo com a baixa fertilidade edáfica (reduzida quantidade de sais minerais

dissolvidos), dá suporte à sustentação de sua flora menos densa no leito (mata de igapó) e nas encostas (mata ciliar), contribuindo com a manutenção da pequena diversidade ictiológica [...] Os ecossistemas de Terra Firme são ocupados por atividades rurais, geralmente estão distantes das margens dos médios e grandes rios (Brandão, 2013. p. 117).

Mesmo sendo um ecossistema rico pela presença da água dos rios e lagos e extensa vegetação densa, a piscosidade é baixa e os solos não oferecem grande fertilidade para cultivos (Brandão, 2013). Por apresentarem baixa fertilidade natural, são necessárias correções e adubos químicos e orgânicos para um melhor desempenho da produção agrícola.

Entretanto, as terras firmes possuem “potencial de uso para a agricultura e a pecuária, face às boas propriedades físicas e ao relevo plano e suave ondulado, o que facilita seu manejo e mecanização” (Teixeira *et al.*, 2010. p. 79).

A ocorrência da classe de solos que representam as áreas de Terra Firme e se concentram próximo à região central no estado do Amazonas são os Latossolos Amarelos, “essa classe apresentam teores muito reduzidos de bases trocáveis e fósforo, e relativamente alta saturação de alumínio, tornando-os ácidos” (Teixeira *et al.*, 2010).

Brandão (2013) e Pinto (2016) indicam que por possuírem baixa fertilidade natural a Terra Firme de forma geral tem o papel de servir de abrigo aos moradores das Várzea quando as cheias fluviais sazonais cobrem parte ou todas as suas terras.

No período de cheia fluvial, comunidades ficam submersas e abandonadas, a depender do nível da água, ainda que temporariamente, obedecendo ao período de retração das águas, para retorno as Várzea. Por esse motivo os proprietários de terras localizados em área de Várzea, transferem seus sistemas produtivos para as Terras Firmes que não foram submersas pela inundação fluvial (Pinto, 2016. p. 38).

Várzea

Na Amazônia, as margens dos rios de águas brancas caracterizados pela alta turbidez, devido à grande quantidade de sedimentos em suspensão, são conhecidas como várzea e constituem a forma mais comum de sedimentação fluvial.

A várzea compreende as planícies de inundação fluvial de deposição holocênica e pleistocênica que margeiam os rios de águas barrentas, ricas de material em suspensão (Teixeira *et al.*, 2007), são formados principalmente a partir de sedimentos provenientes de processos erosivos naturais das áreas andinas e pré-andinas.

O processo de formação da várzea amazônica se deu através da deposição de sedimentos nos vales que foram escavados pela energia da água na época da última glaciação, quando o nível do mar estava entre 70 e 100 m abaixo do nível atual (Lima e Teixeira, 2007).

Após esse período as águas dos oceanos teriam elevado seu nível e os rios diminuído o fluxo de suas águas. “Os rios com águas pobres em sedimentos em suspensão afogaram seus canais, enquanto aqueles de maior riqueza em carga sedimentar acumularam seus sedimentos nos vales, anteriormente escavados, formando a paisagem de várzea (Lima e Teixeira, 2007. p. 36)”.

A várzea é um produto da dinâmica fluvial dos rios de água branca, são terrenos de origem recente que possuem toda sua área periodicamente inundada, formada a partir da sedimentação de partículas oriundas de outras regiões. “No sentido norte-sul, a várzea situa-se na área central da Amazônia formada principalmente por sedimentos de origem Quaternária (Albernaz e Costa, 2008).

A deposição mais forte do material suspenso na água branca, ocorre geralmente, perto da margem do rio, a água branca, rica de partículas em suspensão, sai do leito do rio e entra na Várzea. A vegetação que cobre a terra logo freia a correnteza e provoca, desta forma, a sedimentação, de maneira que a água se espalha vagarosamente para dentro da várzea (Sioli, 1951. p. 12).

O espalhamento dos sedimentos pelas águas que cobrem as várzeas promove uma fertilização natural e constituem na planície amazônica os campos e as florestas de Várzea, sustentados pelos solos de características hidromórficas onde predominam os Gleissolos e Neossolos Flúvicos.

A deposição desses sedimentos forma camadas férteis de composição argilo-arenosa inicialmente pouco consistente. Na planície de inundação essa colmatação dá origem aos solos com estratificação horizontal e vertical (neossolos flúvicos) e com características acentuadas de hidromorfismo (gleissolos) (Teixeira *et al.*, 2007. p. 29).

Os Neossolos Flúvicos estão associados principalmente ao dique aluvial e às partes mais elevadas do interior da Várzea, enquanto os Gleissolos ocorrem na parte mais interior e rebaixada da Várzea, conhecidos na antiga classificação como Solos Aluviais (Teixeira *et al.*, 2010. p. 81).

Na várzea, os solos normalmente possuem teores elevados de silte e de areia fina. São, predominantemente, eutróficos, com elevada capacidade de troca de cátions e elevados teores

de cátions trocáveis, especialmente cálcio, magnésio e, em alguns casos, sódio e alumínio (Lima e Teixeira, 2007. p. 38).

Todo esse complexo argilo-arenoso-húmico sedimentado periodicamente, desde tempos imemoriais, forma o solo de Várzea amazônico em grande extensão e cresce de espessura de ano para ano, de acordo com o regime das cheias (Abreu, 1942. p. 44).

Essa dinâmica hidrogeomorfológica provoca alterações e ajustes nos sistemas fluviais e nas unidades do relevo, são constantes ajustamentos nos terrenos de Várzea devido a variações do nível da água influenciado por condições climáticas e de ajustes internos.

O resultado dessa dinâmica consiste ora na acreção, ora na retirada de sedimentos. O primeiro, por exemplo, resulta em barras de canais e ilhas fluviais, o segundo em processos erosivos fluviais, ou as conhecidas terras caídas.

Sioli (1951), descreve a paisagem de várzea quanto a influência da topografia na formação dos lagos de Várzea no período da cheia fluvial. Segundo o autor, os pontos mais altos do terreno são as faixas que ficam perto da margem do rio, “por de trás dessas faixas, a terra diminui de altura, num declive muito suave, formando uma bacia rasa, cujas partes mais profundas são ocupadas por grandes e pequenos lagos, e outras zonas baixas cobertas por campos alagáveis e lagos rasos” (Sioli, 1951, p.24).

As várzeas amazônicas apresentam notável diversidade morfológica, reflexo dos distintos tipos de sedimentação aluvial desenvolvidos por uma rede de drenagem de padrão meândrico de alta sinuosidade (tais como os rios Purus e Juruá) ou de padrão anastomosado ou *anabanching* (tais como os rios Solimões) (Latrubesse e Franzinelli, 2002).

A grande movimentação de sedimentos carregados pelos rios de água branca causa constantes alterações na conformação de lagos, canais e ilhas (Albernaz e Costa, 2008), são identificadas inúmeras formas deposicionais e tipologias da rede de drenagem, como os furos, paranás, igarapés, acreção em barras de pontal, ilhas fluviais, barras arenosas centrais e laterais, lagos arredondados e longitudinais, diques marginais e outros.

As características desse ambiente como a fertilidade natural dos solos, proximidade dos rios, que servem como canal de transporte, e dos lagos altamente piscosos, favoreceram maior concentração humana em tempos pré-coloniais e atuais (Lima e Teixeira, 2007).

Dessa forma, essa diversidade é aproveitada ao mesmo tempo que condiciona o homem amazônico, principalmente aqueles alocados nas margens dos rios de águas brancas, a premissa de perpetuação dessas comunidades parte da convivência dos produtos gerados pelo rio, e das intemperes provenientes da dinâmica fluvial.

Sternberg (1998) alude o papel das águas correntes como o agente geomórfico fundamental de constituição da paisagem pelo qual se estabelecem mais agudamente as vinculações do homem com o meio. É essa relação que se encontra nas paisagens de várzea no médio rio Amazonas, seja pela agricultura, pela pesca, pela criação de gado, pelo aproveitamento da floresta e sua biodiversidade.

Sioli (1951) corrobora essa assertiva ao afirmar que, a várzea é a zona mais importante para a agricultura na Amazônia, no Baixo Amazonas são utilizados extensivamente para criação de gado, nas faixas marginais mais altas da Várzea, após a preparação da terra com corte e queima para culturas de ciclo curto.

A Várzea desempenha um importante papel no cenário amazônico, quer por ser fonte de proteína e renda para milhares de ribeirinhos que nela vivem, quer por abastecer os principais centros urbanos da região com madeira e pescado (Albernaz e Costa, 2008).

A adaptação humana a esse ambiente conduziu a elaboração de um calendário específico para economia de Várzea. O aproveitamento dos elementos da flora nativa é nitidamente sazonal e o calendário de sua colheita reflete as pulsações do rio, o plantio e a pesca na vazante, a colheita agrícola e a extração de madeira no início da cheia fluvial (Sternberg, 1998; Lima e Alencar, 2006).

Desta forma o homem vem se apropriando desse ambiente atribuindo processos produtivos adaptados a essas áreas. Uma das características das áreas de Várzea está integrada ao condicionamento imposto pela sazonalidade dos rios.

Devido a periodicidade das mudanças nos níveis de água na cheia e na vazante, o calendário exato das atividades econômicas não pode ser previsto. Sendo as grandes cheias um fator de migração sazonal ou definitiva para as cidades ou outras comunidades (Lima e Alencar, 2006). Outro fator associado à dinâmica fluvial pode ser o abandono de áreas resultado de intensos processos erosivos.

Tais modificações obedecem, portanto, a um condicionamento ambiental, sendo mais perceptíveis e sentidas em área de Várzea, onde, o significado da água é indicativo de diferentes aproveitamentos ou prejuízos.

Nestes espaços, a água atua tanto de maneira indireta, quanto direta. Sua influência mediata se faz sentir através da base mesma da ocupação – o solo – de que é autora e no qual criou tratos muito desiguais, quanto a possibilidade de aproveitamento (Sternberg, 1998. p. 15).

O gênero de vida varzeano – estratégias varzeanas e o uso e ocupação da terra

Diante das constantes alterações da paisagem o homem amazônico desenvolveu estratégias para sobrevivência e aproveitamento das áreas de várzea. Ao realizar estudos na Ilha do Curari no município de Careiro da Várzea (rio Solimões/Amazonas), Pacheco *et al.*, (2012) apresentam a alternância dos processos predominantes e seus resultados em diferentes períodos.

Segundo a autora na década de 1940-50 o rio Solimões/Amazonas modelava a área do Curari com leques de restingas/depósitos laterais, permitindo casas-palafitas, sistema produtivo com pequena criação e cultivos semiperenes (juta, malva, mandioca).

Nas décadas de 1970-90 ocorrem os intensos processos de erosão fluvial, conduzindo às mudanças no modo de vida observadas nesse período, a morada em casa-flutuante e as práticas de ciclo curto (repolho, couve e outros) nas faixas de terras existentes, e a opção das famílias que ficaram sem terra pela pesca de rio.

No final de 1990-2011, acompanha-se o processo deposicional com entraves na fluviabilidade (dificuldade no deslocamento das casas-flutuantes, bancos de areia impróprios para o plantio), conflitos de propriedade da terra e, a pesca comprometida pelas deposições de fundo e pouco fluxo de corrente (Paheco *et al.*, 2012).

Essas interações e as potencialidades advêm da dinamicidade dos processos hidromorfodinâmicos que influenciam os modos de apropriação do relevo, a adaptação da população a sazonalidade fluvial, e a interferência antrópica nos sistemas naturais.

Por um lado, os processos erosivos criam desconfortos e a necessidade de estratégias dos ribeirinhos para adequação do seu modo de vida as mudanças sazonais da paisagem, entre essas estratégias, destacam-se o deslocamento de comunidades para a Terra Firme (terrenos não alagáveis, a salvo das grandes inundações) menos sujeitos a erosão fluvial.

As mudanças dos sistemas produtivos para Terra Firme, a ocorrência de alagamentos de áreas cultiváveis no período de cheia fluvial, o surgimento de feições erosivas nas margens fluviais, a dificuldade de acessibilidade às comunidades em período de vazante fluvial, e o fechamento de canais pela intensa deposição de sedimentos são fenômenos conhecidos pelos moradores que convivem com a dinâmica da paisagem amazônica.

Por outro lado, a sedimentação constrói novas áreas para apropriação humana e biótica (Pinto, 2016), e se constituem um fator positivo com o acréscimo de terras e fertilização periódica das Várzea, implicando em novas adaptações aos ribeirinhos.

Um dos fatores que dirige a vivência dos ribeirinhos é a sazonalidade fluvial, em estudos pioneiros realizados pelo geógrafo Sternberg na região do Careiro, o autor elegeu a enchente anual como o mais importante fenômeno da natureza a afetar a ocupação do solo.

Na medida em que a água satura, submerge ou deixa enxutos os terrenos, influi, não apenas sobre a extensão dos solos utilizáveis, mas sobre a duração do período em que são aproveitados e a modalidade desse aproveitamento (Sternberg, 1998). Para as comunidades de Várzea há períodos de trabalho que poderão ser curtos ou longos, vai depender da cota de água incerta que os rios obterão em seu regime fluvial (Pacheco, 2014).

Nesse sentido, a água é um fator preponderante da paisagem Amazônica, seja do ponto de vista das precipitações, como do ponto de vista dos rios e suas dinâmicas (Alves, 2013). São as cheias e vazantes anuais dos rios que modificam o cotidiano dos ribeirinhos apresentando configurações de paisagens distintas, resultado dos processos fluviais descritos anteriormente.

As planícies de inundação são historicamente utilizadas pelos ribeirinhos como lugar de vivência, reprodução cultural e fonte de produção de alimentos. As Várzea são propícias ao desenvolvimento de atividades econômicas, em geral associados à agricultura familiar, que podem se estender a utilização dos campos naturais de Várzea para pecuária (Pinto, 2016). O uso dessas áreas é característica comum à de outras localidades do interior do estado do Amazonas, especialmente nos rios de águas brancas.

Assim, em período de cheia fluvial a população ribeirinha passa por transtornos logísticos e financeiros devido à mudança dos sistemas produtivos para as áreas a salvo das inundações. Tais formações resultam, em suas especificidades no contexto amazônico, dos sistemas produtivos próprios da Várzea, aqueles que integram atividades comuns aos ambientes aquáticos como a pesca, a agricultura e a pecuária (Costa e Ihevtin, 2007. p. 11).

Na vazante fluvial essa mesma população é obrigada a se adaptar as novas configurações do relevo decorrente dos processos erosivos, dos movimentos gravitacionais de massa e da deposição dos sedimentos, além da perda da fertilidade do solo por erosão laminar e a perda de áreas para produção agropecuárias (Pinto, 2016. p. 15).

Segundo Suguio e Bigarella (1990) os estudos sobre os sistemas deposicionais com a elaboração de modelos corretos de comportamento permite a previsão de sequências de ambientes sedimentares que devem ser esperados em um determinado local. Da mesma forma que a análise dos sistemas deposicionais permite predizer a natureza do registro estratigráfico, e as estratégias para ocupação dessas áreas.

Alguns fatores contribuem para o contínuo aumento da deposição de sedimentos, como a baixa quantidade de energia presente no sistema e o aumento de sedimentos no sistema fluvial pelas atividades antrópicas que promovem o aumento da carga detríticas no curso fluvial.

A carga sedimentada no Distrito do Curari, proveu as famílias com o surgimento de um banco de areia que desde 1997 estava sendo acrescido (Pacheco *et al.*, 2012). Em 2005 essa ilha de sedimentos começa a constituir uma paisagem vegetal mais sólida com presença das oiraneras (*Salix humboldtiana* - um arbusto típico das cristas justafluviais das planícies de inundação), para o varzeano é sinal de que há possibilidades de ali cultivar e até fixar a sua morada (Pacheco *et al.*, 2012. p. 549).

O fator antropogênico tem sido responsável pelo aumento dos processos erosivos das margens fluviais, devido ao uso do solo, o desmatamento e a circulação de embarcações. Segundo Carvalho (2006) as embarcações provocam a formação de ondas, que se propagam até as margens causando processos erosivos e movimentos gravitacionais de massa pontuais ou contínuos por vários quilômetros.

O relato de agricultores do médio Solimões (trecho Coari-Manaus) evidencia aumento significativo desse fenômeno nos últimos anos, fato atribuído ao crescimento do tráfego de embarcações de grande porte na calha do rio Solimões (Lima e Teixeira, 2007).

Outra situação provocada pela ação humana que exige atenção é a ocorrência de desmatamentos, como no caso do bairro Comarca no município de Tabatinga, onde o desmatamento no topo dos terraços eleva o impacto erosivo das precipitações e, dependendo do tipo de solo, também pode intensificar o processo de infiltração de água, bem como promover um deslocamento mais intenso e concentrado dessa água no subsolo (Rodrigues, 2014).

Em períodos de chuvas o processo supracitado pode ser intensificado com a lixiviação de materiais superficiais que foram destacados e serão carreados à medida que o índice pluviométrico se eleva, desencadeando erosão fluvial e movimentos gravitacionais de massa nos níveis topográficos mais baixos e recentes da planície fluvial.

Outra questão que deve ser observada e que influencia no desbarrancamento de terras é a constituição das sedes dos municípios, que não apresentam núcleos urbanos planejados. Não há, muitas vezes, infraestrutura em saneamento básico e as pessoas constroem prédios comerciais e residenciais em áreas propícias aos eventos das terras caídas.

Um desses exemplos e que merece destaque pela ação dos serviços públicos sem planejamento é o caso da pista para pouso e decolagem no aeroporto Internacional de Tabatinga,

que está aproximadamente a menos de 1 km de distância da área que sofre intensos processos erosivos e de movimentação gravitacionais de massa (Rodrigues, 2014).

Os processos erosivos constituem-se fator de destruição dos sistemas produtivos alocados nas margens dos rios e periculosidade para os moradores locais. A pesquisa de Ferreira e Saraiva (2009) evidencia que houve erosão de uma área de aproximadamente 928.229 km², possivelmente associados a fatores como a velocidade da corrente, profundidade do leito do rio, assim como a sedimentação com aproximadamente 834.411 km².

Para os autores as sedes dos municípios de São Paulo de Olivença, Amaturá, Jutaí, Fonte Boa, e Tonantins que integram a bacia hidrográfica do rio Solimões encontra-se atualmente sob a dinâmica erosiva, suscitando a ocorrência em futuro próximo de prejuízos de caráter socioeconômicos em função das variações da dinâmica fluvial que pode avançar para áreas mais internas das cidades (Ferreira e Saraiva, 2009).

O aproveitamento de “novas terras” no município de Manacapuru, rio Solimões, segue um modo de apropriação, que segundo Cruz (2007) ocorre de forma individual/familiar e de acordo com o marco divisório na propriedade da restinga antiga.

Conforme o autor os novos limites estabelecidos são respeitados pela comunidade e pelas pessoas de fora desta, sendo de responsabilidade do chefe da família a permissão para o desenvolvimento dos trabalhos na terra, não há um limite físico como uma cerca, a não ser nas propriedades em que existem a criação de gado.

A principal atividade exercida nas novas terras são os cultivos, a preparação de áreas para plantio especialmente as de ciclo curto que obedecem à periodicidade das subidas das águas, e se dividem em dois processos baseados na roçagem:

O primeiro está associado ao tempo, às primeiras terras que aparecem são logo manejadas para o plantio, a segunda consiste na roçagem da vegetação herbácea e arbustiva, desse modo os sedimentos mais finos que são a argila e o silte podem se fixar possibilitando a fertilização do solo com a inundação das planícies pelo trabalho das águas (Cruz, 2007. p. 116).

A porção da restinga mais antiga tornou-se o local mais propício para estabelecimento dos moradores, uma vez que estes ao reconhecerem a estabilidade proporcionada pelas “novas terras” se apossam destas para seus cultivos, criações de animais e moradias.

Diferente da Costa do Rebojão onde o processo de terras caídas afeta diretamente a vivência dos ribeirinhos, que são prejudicados com a perda de áreas plantadas, retirada de

animais, o terreno que se mostra aos poucos mais vulneráveis com a proximidade do barranco a sua moradia, e em alguns casos o risco de perder a própria vida.

Desta forma o cotidiano do ribeirinho é modificado pelos fatores e processos fluviais, a sazonalidade dos períodos de vazante e cheia fluvial, os controles tectônicos, a morfologia dos sistemas fluviais e do relevo, o índice pluviométrico e a própria ação das comunidades frente e as mudanças da paisagem.

Ainda que estejam habituados a construção de “marombas”, mudança de portos, devido à distância e dificuldade do acesso as moradias, o risco de perder todo o plantio quando há ocorrência de eventos extremos, os ribeirinhos ainda procuram a fixação em locais onde se possa ter um mínimo de seguridade com ausência da predominância dos processos erosivos.

Os conhecimentos acerca dos componentes e processos hidrogeomorfológicos permitem entender como os processos físicos e químicos estão presentes no tempo e no espaço no contexto das práticas sociais amazônicas historicamente inseridas neste contexto.

Componentes da Geodiversidade e a impressão da paisagem

A interpretação das relações entre fatores, processos e funcionalidades permitem a compreensão das estruturas que formam a geodiversidade de uma região. É a interpretação das partes no todo desde as estruturas geológicas à impressão da paisagem,

a variação natural da diversidade de características geológicas (rochas, minerais e fósseis), geomorfológicos (formas do terreno e processos) e solos incluindo suas relações, propriedades, interpretações e sistemas (Gray, 2004) constituem o substrato físico natural de uma região sobre a qual se assenta a atividade orgânica, incluindo a antrópica (Nieto, 2001).

Na Amazônia, o principal representante desse ecossistema de águas brancas, o rio Amazonas, participa da dinâmica plúvio-fluvial que provoca distinções das paisagens e contínuos ajustamentos, aproveitados de diferentes modos pelos moradores.

Guerra e Cunha (2021) evocam a participação biológica na gênese e no desenvolvimento de processos atribuindo maior destaque ao desempenho do homem, diversificando e intensificando sua atuação na criação de condições de interferência, controle de processos, criação e destruição de formas do relevo.

Nessa perspectiva, as ações antrópicas também são responsáveis em diferentes graus pelas alterações percebidas nos sistemas ambientais produzindo diferentes condições de

organização e reorganização do espaço geográfico, no qual o homem participa numa relação de manutenção, dependência e perturbação do meio.

Na Amazônia a água é o elemento preponderante na esculturação da fisionomia da paisagem, sua ação mais imediata e perceptível regula as reações biológicas e relações sociais ao transformar a paisagem em dois cenários de aproveitamentos distintos.

Esses cenários caracterizados pela amplitude do nível da água gera os períodos de cheia e vazante fluvial e, embora essa seja a face mais perceptível da dinâmica das águas no contexto amazônico, os processos geomorfológicos fluviais também produzem contínuos ajustamentos nas unidades do relevo e da rede hidrográfica.

Em decorrência dessas dinâmicas hidrogeomorfológicas flui a necessidade de adaptações no proceder das atividades humanas, e são aqueles alocados nas margens dos sistemas fluviais amazônicos, como o rio Amazonas que mais perpetuam a busca por estratégias em resposta as condições impostas pelos fatores naturais.

Segundo Silva (2017) os elementos que concernem à habitação, alimentação, técnicas de trabalho são importantes para expressar as relações da sociedade humana com o seu entorno. Na paisagem expressa no rio Amazonas, é a dinâmica fluvial que comanda a vida, e segue uma temporalidade que ultrapassa gerações, e se renova perante a necessidade de novos ajustes.

Cada agrupamento ao engendrar em seus gêneros de vida variáveis diversas, busca estratégia de adaptação ao meio, a partir de uma herança cultural e instrumental impressas sobre a paisagem (Silva, 2017, p. 40).

Nesse sentido, a água é um fator essencial aos estudos desenvolvidos na Amazônia que entre outros elementos como a estrutura geológica, os solos, o clima, e as atividades humanas condicionam a sua geodiversidade.

Esses elementos compõem uma relação sistêmica de troca de energia e matéria, são partes integrantes de um todo, e apresentam nas suas partes o funcionamento de uma teia de componentes atuando em diferentes escalas, cujos resultados são percebidos no sistema complexo entre unidade e diversidade.

Suas organizações conduzem a complexidade identificada na dinâmica que se apresenta entre a hidrogeomorfologia e as relações ribeirinhas, são configurações que se desenvolvem a partir das interrelações das partes e formam um conjunto de características próprias.

Das águas brancas que configuram a paisagem do rio Amazonas, o grande aporte de sedimentos, a sazonalidade das inundações e o gênero de vida ribeirinho são alguns dos itens

que participam do circuito exemplificado por Morin (2016), onde os elementos se interrelacionam ao buscar um tipo de organização/equilíbrio para formar o todo.

Assim, a geodiversidade é apresentada como resultado dessa teia de relações que configura o funcionamento das partes de um sistema integrador, deriva, portanto, da atuação de agentes e fatores que compõem uma rede de interrelações físicas e culturalmente estabelecidas que produzem a geodiversidade do médio rio Amazonas.

As categorias apresentadas nesta pesquisa buscam a elucidação dos fatores e processos que atuam na mudança da paisagem e no uso e apropriação das águas e da terra pelo homem amazônico. Essas concepções são observadas perante a dinâmica fluvial do sistema Solimões-Amazonas, e seu entendimento estabelece a base de contribuição das correntes fluviais na formação da geodiversidade num trecho do médio rio Amazonas.

A compreensão da geodiversidade que se estabelece nesse trecho é analisada perante a interação entre as condições ambientais e a reprodução social, essas interações não se realizam num plano cartesiano, mas se estabelecem numa teia de relações, onde as “interações são ações recíprocas e modificam o comportamento ou a natureza de elementos, corpos objetos, fenômenos em presença ou em influência” (Morin, 2016).

O estudo dessas interações como parte de um todo indissociável e complementar se baseia nas contribuições de Edgard Morin, nessa abordagem, as interações socioespaciais das paisagens integram mais que a soma das partes, pois cada elemento se relaciona de forma diferente com o outro, observando ainda o período e a frequência com que os fenômenos ocorrem no ambiente.

A dinâmica dos componentes naturais acrescidos das atividades humanas, necessitam de uma avaliação interrelacional de processos, padrões e tendências, compreendendo os conceitos de uso e ocupação da terra, da tríade da geomorfologia fluvial, da cartografia geomorfológica, e do gênero de vida que se estabeleceu nas várzeas do rio Solimões-Amazonas.

Assim, as categorias de análise desta pesquisa foram fundamentadas a partir do Paradigma da Complexidade abordada pelo Tetragrama organizacional proposto por Morin (2016) representado pela Ordem, Desordem, Interação e Organização:

- a) a Desordem compreende a dinâmica da paisagem com a mudança de cenários pela dinâmica fluvial promovendo a mudança no nível da água, e os movimentos de destacamento, transporte e sedimentação de materiais;

- b) a Ordem está relacionada as tendências geoespaciais fundamentado na modelagem do cenário geográfico entre o comportamento do sistema fluvial e o gênero de vida;
- c) na Interação está centrada a atuação de fatores e processos que promovem a impressão da paisagem no trecho médio do rio Amazonas identificados por componentes pertinentes a sociedade e aos fatores ambientais;
- d) a Organização está pautada nas estratégias de apropriação das formas do relevo e dos sistemas fluviais e pelo ajustamento dos sistemas ambientais frente as alterações promovidas pela metamorfose fluvial.

A tetralogia elaborada por Morin (2016), aplicada a este estudo apresenta as categorias de análise em seus alelogramas que representam as funções, e as setas suas interações. É a perspectiva do entendimento dos sistemas ambientais com ênfase na metamorfose dos sistemas fluviais acrescidos das interações humanas objetivando uma melhor avaliação dos processos, padrões e tendências hidrogeomorfológicas.

São pertinentes às relações que se estabelecem a partir da desordem promovida pelas interferências no sistema, sejam internas ou externas, observando ainda os níveis de complexidade da integração que o homem mantém com o ambiente, na perspectiva da dinâmica fluvial na vida dos amazônidas.

O pensamento complexo possibilitou o entendimento das interações socioambientais nos diferentes níveis de atuação, num contexto que reúne a diversidade dessas relações em um contexto mais abrangente que o linear de sequências, observando os agentes interagindo em rede, e com outros sistemas.

É possível a abstração dos caminhos que se conectam formando uma teia, nessa conexão os pontos de encontro são identificados como nós, que ao se cruzarem estabelecem a complexidade evidenciada em ações, agentes e processos, se traduzindo numa combinação de fenômenos, cuja estrutura são interpretadas em conjunto e não isoladamente, pois cada combinação age sobre a outra.

CAPÍTULO II

Mapeamento hidrogeomorfológico e a caracterização da geodiversidade da paisagem a partir da cartografia das unidades geomorfológicas e fluviais.

A cartografia do relevo terrestre aprimora-se na medida em que os recursos geotecnológicos estão progredindo, como por exemplo, a cartografia digital, os dados sensoriados remotamente, os receptores Global Positioning System (GPS), e os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), entre outros.

Entretanto, os trabalhos de mapeamento na Amazônia demandam de algumas especificidades devido aos aspectos naturais e outros fatores inerentes a posição geográfica da região, como: (i) o alto índice pluviométrico anual; (ii) a grande cobertura de nuvens, principalmente no período chuvoso; (iii) a densa cobertura de floresta; (iv) a dificuldade de acesso; (v) a infraestrutura de transporte por vezes precária; (vi) a carência de bases cartográficas, principalmente de escala regional e de detalhe; (vii) a difícil disponibilidade de dados e informações por se encontrarem dispersas, (viii) e um pequeno número de pesquisadores envolvidos no mapeamento temático desta grande área geográfica.

Nesse sentido, o uso das chamadas geotecnologias oferece um caminho de amplas possibilidades de geração de produtos cartográficos e de integração de dados de diferentes fontes, até mesmo de origem analógica. A reunião dessas técnicas de cunho geográfico se apresenta como alternativa as dificuldades supracitadas, mas não deve substituir os trabalhos de campo, devem ser ferramentas auxiliares ao analista na identificação e análise de feições do mundo real de maneira mais assertiva.

A cartografia geomorfológica, ainda não apresenta segundo Novo (2008), um método unificado para o mapeamento geomorfológico, diferente da cartografia geológica, fato este que se deve a complexidade e variedade dos objetos estudados pela geomorfologia dificultando a sua classificação e representação enquanto fonte de análise e síntese de informação.

Ainda assim, as geotecnologias estão possibilitando a extração de dados cartográficos através de técnicas como o Processamento Digital de Imagens que facilitam o avanço da elaboração de mapeamentos em escala de detalhes, sobretudo para aquelas áreas de difícil acesso, recorrentes na Amazônia.

As técnicas que se mostraram pertinentes foram empregadas ao mapeamento proposto nesta pesquisa, desde a escolha das imagens de sensor óptico, a temporalidade das imagens, os dados do terreno, a escolha da escala de acordo com a área de interesse, a aplicação das técnicas

de realce e contraste que reunidas criaram as condições necessárias a melhor interpretação visual e posterior análise

A elaboração de mapeamentos através das técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, e analisados responderam a questionamentos diversos, entre esses quais e como estão dispostas as unidades geomorfológicas existentes na área de estudo.

Este capítulo apresenta o mapa das unidades do relevo e dos sistemas fluviais resultantes da interação dos fatores e processos reunidos no capítulo anterior, sabendo que diferentes fatores determinam a forma da superfície da Terra, entre estes os processos erosivos e o deposicional que promovem uma variedade de formas superficiais, como as planícies fluviais, os terraços fluviais, e as áreas de platô.

Chaves de Interpretação

O mapeamento foi realizado com base na temporalidade do ano de 2022, nos produtos sensoriados remotamente e nos trabalhos de campo que possibilitaram a definição da chave de interpretação das formas existentes na área de estudo.

As chaves de interpretação permitem o agrupamento de características comuns ou de condições específicas de determinadas áreas servindo como um modelo que auxilia a identificação de feições, objetivando a classificação de elementos dispostos nas imagens tratadas sejam de sensor ópticos ou de radar.

Essas chaves mostram uma dualidade, inicialmente são produtos cartográficos funcionando como carta-primária, sendo um balizar das feições a serem mapeadas, e depois como um procedimento metodológico, pois é empregada como uma carta-modelo que indica as formas (cores, texturas e ambientes de ocorrência) representativa de um fato geográfico.

Assim, os procedimentos seguidos na elaboração do registro do modelado do relevo e dos sistemas fluviais tiveram o mapeamento orientado pelas chaves de interpretação criada para área definida neste estudo. Após a obtenção e extração dos dados cartográficos associados aos trabalhos de campo o mapa hidrogeomorfológico e os outros produtos cartográficos foram elaborados na escala de 1:200.000.

A primeira chave de interpretação foi elaborada para auxiliar na elaboração cartográfica da rede de drenagem (figura 22), foram identificadas as feições de paranás, lagos, rias, furos e os cursos principais que compõem a área. A partir das características visuais que se destacaram nessa seleção foram identificadas outras formas similares quanto a coloração, textura, contornos, e os pontos de identificação georreferenciados coletados em campo.

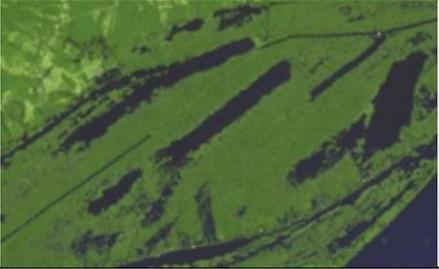
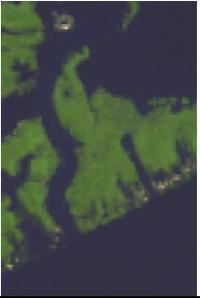
Objeto	Chave de Interpretação
	<p>Lagos de várzea Lagos de várzea de forma alongada dispostos de na direção do curso fluvial e alguns de forma aleatória Área de ocorrência: Planície de Inundação e seus afluentes Concentração na confluência desses dois sistemas fluviais Textura lisa/cor preta</p>
	<p>Paraná Paraná do Baixo Área de ocorrência: Planície de Inundação do rio Solimões-Amazonas Textura lisa/cor preto azulado</p>
	<p>Rias fluviais e lagos adaptados a tectônica Igarapés/lagos de foz afogada e orientação retilínea Área de ocorrência: Planície de Inundação do rio Amazonas e rio Negro Textura lisa/cor preto e azulado nas proximidades do rio Solimões-Amazonas</p>
	<p>Furos Furo do Pracuúba Realiza a comunicao fluvial entre o rio Negro e o rio Solimões-Amazonas Textura rugosa a lisa/cor preto azulado (a cor azulada corresponde a presença de sedimentos proveniente do rio Solimões-Amazonas)</p>
	<p>Rio Negro e rio Solimões-Amazonas Diferença entre os principais canais da área de estudo rio Negro apresenta cor preta devido a absorvio da energia, no refletindo nas imagens ópticas, o rio Solimões-Amazonas, apresenta cor azulada refletindo na imagem de sensor óptico a presença de material em suspeno que carrega Área de ocorrência: confluência fluvial</p>

Figura 22: Chave de interpretao das diferentes formas e padroes de drenagem existentes na área de estudo: Imagem do sensor Landsat 8 OLI 2022. Org.: a autora (2022).

A chave de interpretação da drenagem auxiliou a elaboração da cartográfica da malha hidrográfica onde foram mapeados os dois canais fluviais principais da área de estudo, o rio Negro e o sistema fluvial Solimões-Amazonas, e seus respectivos afluentes, os igarapés, os furos, os lagos de várzea, as rias fluviais (vale afogado), e lagos adaptado à tectônica.

O mapeamento realizado a partir da chave de interpretação da rede de drenagem auxiliou a identificação de outras padronizações em relação as formas do relevo, assim foi elaborada a chave de interpretação para a classificação da tipologia das feições geomorfológicas.

A chave da rede de drenagem e o posterior mapeamento elaborado a partir dela mostra a intrínseca relação da topografia com a disposição dos canais fluviais, onde a modelagem do relevo pelas águas apresenta os padrões de acordo com o ambiente de ocorrência.

Apenas uma diferença na elaboração da chave de interpretação para os dois ambientes, enquanto na rede de drenagem foram apenas utilizadas imagens do sensor óptico landsat OLI 8, na chave de interpretação geomorfológica foram utilizadas além das imagens do sensor óptico os dados processados do SRTM fatiados em níveis topográficos, que demonstram através das cores essas cotas mais elevadas e mais baixas, sendo as cores mais quentes (amarelo, laranja e vermelho) os níveis topográficos mais elevados do relevo na área de estudo.

Nesse sentido foi realizado primeiro a cartografia da rede de drenagem e posteriormente a do relevo, ressalta-se, entretanto, que as duas são indissociáveis, sendo a dinâmica hidrogeomorfológica elaboradora das duas. Suas características, entre elas a posição topográfica e a coloração de suas águas são fundamentais para identificação das feições.

A chave de interpretação das formas do relevo (figura 23) foi realizada com base nos parâmetros supracitados, no Manual Técnico de Geomorfologia e em estudos realizados por outros autores que se dedicaram a mapeamentos registrados na Amazônia. As nomenclaturas apresentadas neste capítulo constam no Manual Técnico de Geomorfologia (MTG) voltadas a realidade mapeadas na Amazônia.

Como resultado do tratamento dos dados cartográfico e na chave de interpretação foram mapeadas as seguintes morfologias: (i) a Planície Fluvial e seus modelados de acumulação (barras de sedimentos, diques fluviais e ilhas fluviais), e (ii) as áreas de Platô (denominadas regionalmente de Terra Firme).

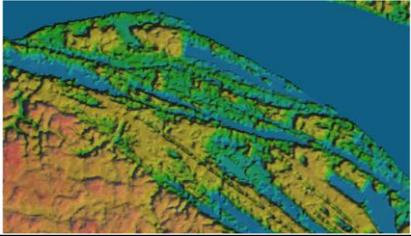
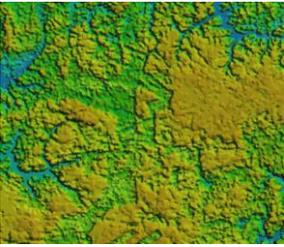
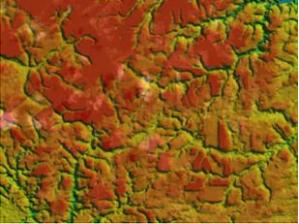
Objeto	Chave de Interpretação
	<p align="center">Planície de Inundação</p> <p align="center">Contato entre a planície de inundação. Área de ocorrência: Rios Amazonas seus afluentes Textura lisa/cor verde escura com presença de lagos de várzea em tom escuro no formato longitudinal.</p>
	<p align="center">Barra de sedimentos</p> <p align="center">Barras de sedimentos laterais Área de ocorrência: Planície de Inundação dos rios Amazonas e seus afluentes Textura rugosa apresentando forma de feixes alongados cor amarelo e esverdeado</p>
	<p align="center">Ilhas fluviais</p> <p align="center">Ilhas fluviais centrais dando origem a paranás e furos Área de ocorrência: Planície de Inundação dos rios Amazonas e afluentes Textura lisa/cor verde escuro na composição colorida</p>
	<p align="center">Terraço Fluvial</p> <p align="center">Área mais elevada que a planície de inundação Altimetria de 50 a 75m Área de ocorrência: entre a planície de inundação e os platôs. Textura rugosa a áspera /cor amarelo escuro e verde claro</p>
	<p align="center">Platô</p> <p align="center">Área mais elevada que os terraços fluviais Altimetria de 75 a 110m Área de ocorrência: acima dos terraços fluviais, com presença de vegetação de Terra Firme Textura homogênea a áspera /cor vermelha e laranja</p>

Figura 23: Chave de interpretação com a representação das diferentes formas e padrões do relevo existentes na área de estudo: Fonte: Imagem do sensor Landsat 8 OLI 2022 e dados do SRTM processados (Modelo Digital de Elevação) fatiados em níveis topográficos. Org.: a autora (2022).

Planície Fluvial (Apf)

A planície fluvial apresenta dois grandes sistemas fluviais de diferentes classificações, o rio Negro de águas pretas e o rio Solimões-Amazonas de águas brancas. Embora o rio Negro seja um dos tributários do rio Amazonas, este como outros afluentes do grande rio apresentam características próprias resultado das áreas que drenam como o tipo de rochas, a topografia e as condições climáticas.

De acordo com o Manual Técnico de Geomorfologia (MTG) a Apf é designada como uma área relativamente plana resultante da combinação de processos de acumulação fluvial e lacustre, podendo comportar canais anastomosados, paleomeandros (*oxbow lakes*) e diques marginais. Essa área ocorre em setores sob o efeito de processos combinados de acumulação fluvial e lacustre, sujeitos a inundações periódicas com barramentos, formando os lagos.

O baixo rio Negro é a porção mapeada que pertence a área de estudo, sua planície de inundação cobre todo o Distrito do Cacau Pirêra e as margens onde está assentada a cidade de Manaus. Quando ocorrem os eventos climatológicos extremos, as cheias fluviais desse rio nesse trecho promovem as inundações em parte do centro histórico de Manaus.

Não é incomum, ainda que não ocorram os eventos extremos, que outros canais fluviais afluentes do rio Negro transbordem após episódios de chuvas intensas e rápidas, o que se deve a processos de urbanizações, retirada de cobertura vegetal das margens, concretização do leito fluvial e retificação do canal.

Na porção mais a jusante do trecho do rio Negro, na margem direita, aproximadamente 12 km antes do Encontro das Águas, no entorno do Furo do Paracuúba (que liga o rio Negro ao Solimões-Amazonas) é observada a mudança de cor da água se tornando mais turvas pela presença de sedimentos adentrando as águas escuras do rio Negro (figura 24).

No leito do rio Negro são ínfimas as representações das ilhas fluviais de um modo geral, na faixa que compreende a área de estudo as ilhas e as barras de sedimentos que foram mapeadas contabilizaram 71.142,10 m², são áreas concentradas de acumulação, diferente do rio Solimões-Amazonas que apresenta esses modelados ao longo de seu curso.

Esses modelados de acumulação, como dito anteriormente são mínimos, sobretudo se comparadas ao rio Solimões, que devido à alta carga de sedimentos que carrega e velocidade superior as águas correntes do Negro provoca um barramento em períodos de cheia fluvial, influenciando ainda mais o aumento do nível da água na frente da cidade de Manaus.



Figura 24: Na imagem pode ser observado a influência do rio Solimões-Amazonas com a contribuição de sedimentos adentrando as águas do rio Negro, esse aporte de materiais se dá através de um canal denominado regionalmente de furo, que liga os dois sistemas fluviais. Vale ressaltar que a imagem do sensor Landsat foi capturada no mês de outubro, quando o rio está em período de vazante fluvial, o que possibilita a melhor visualização do terreno, assim como o surgimento de praias, e mesmo a presença de sedimentos na água. A diferenciação das águas se torna ainda mais nítida após a ilha da Marchantaria quando ocorre o Encontro das Águas. Fonte: Satélite Landsat software Google Earth Pró. Data: 30 de outubro de 2021. Cota fluvial: Rio Negro 1963 cm (município de Manaus); Rio Solimões 1013 cm. (município de Manacapuru) (dados do Serviço Geológico do Brasil, CPRM). Coordenadas: 03° 12' 20,85" S 59° 59' 01,63" O (Furo do Paracutuba).

Do outro lado da Ilha da Marchantaria, numa área que se estende entre os municípios de Careiro, Iranduba e Careiro da Várzea está localizada a Apf do rio Solimões-Amazonas (figura 25) no quadrante definido para este estudo.

Essa área também é conhecida por várzea é fertilizada anualmente pela deposição de sedimentos apresentando a maior concentração de modelados de acumulação com a presença de ilhas e barras de sedimentos centrais e laterais, e onde são mais facilmente observadas as feições de processos erosivos e cicatrizes nas margens fluviais.

Os modelados de acumulação e os níveis topográficos desse ambiente são apropriados à medida em que estão consolidados, sendo os depósitos recentes posicionados no leito do rio os últimos a serem ocupado pelas atividades antrópicas, o que ocorre mediante fixação de seus sedimentos pela vegetação.

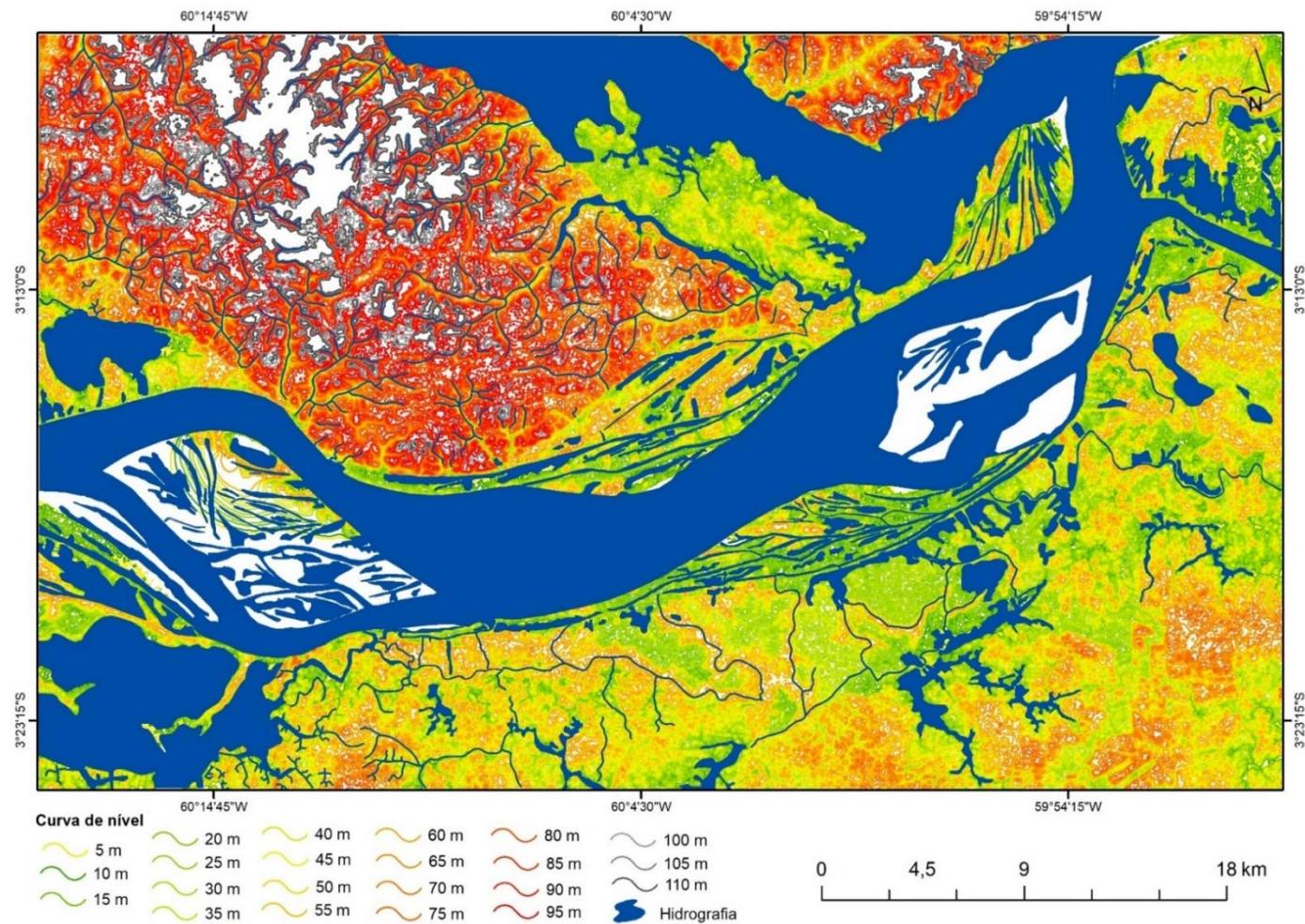


Figura 25: Planície fluvial do Solimões-Amazonas. No registro pode-se observar a planície de inundação do rio Solimões-Amazonas também conhecida como várzea (típica de rio de água branca) cobrindo suas margens em período de cheia fluvial. As águas desse sistema fluvial cobrem grandes extensões de terra inundando as matas de várzea e os campos naturais de várzea como mostra a imagem. Nessas áreas também são comuns a existência de marombas, estruturas construídas em madeira que sustentam acima do nível da água sistemas produtivos desde hortaliças a animais como o gado branco. Entretanto, a depender da cota fluvial essas marombas também podem vir a ser alagadas, como a apresentada na imagem acima, nesse caso, os sistemas produtivos são perdidos ou transferidos para os terrenos de topografia mais elevada, sendo estes os terraços fluviais e as terras firmes. Registro fotográfico em trabalho de campo, período de cheia fluvial. Cota fluvial 1888 cm (município de Manacapuru) (dados do Serviço Geológico do Brasil, CPRM). Data: 28 de maio de 2023. Coordenadas: 03° 17' 57,1" S 60 09' 26,2" O ponto aproximado. Fonte: a autora, 2023.

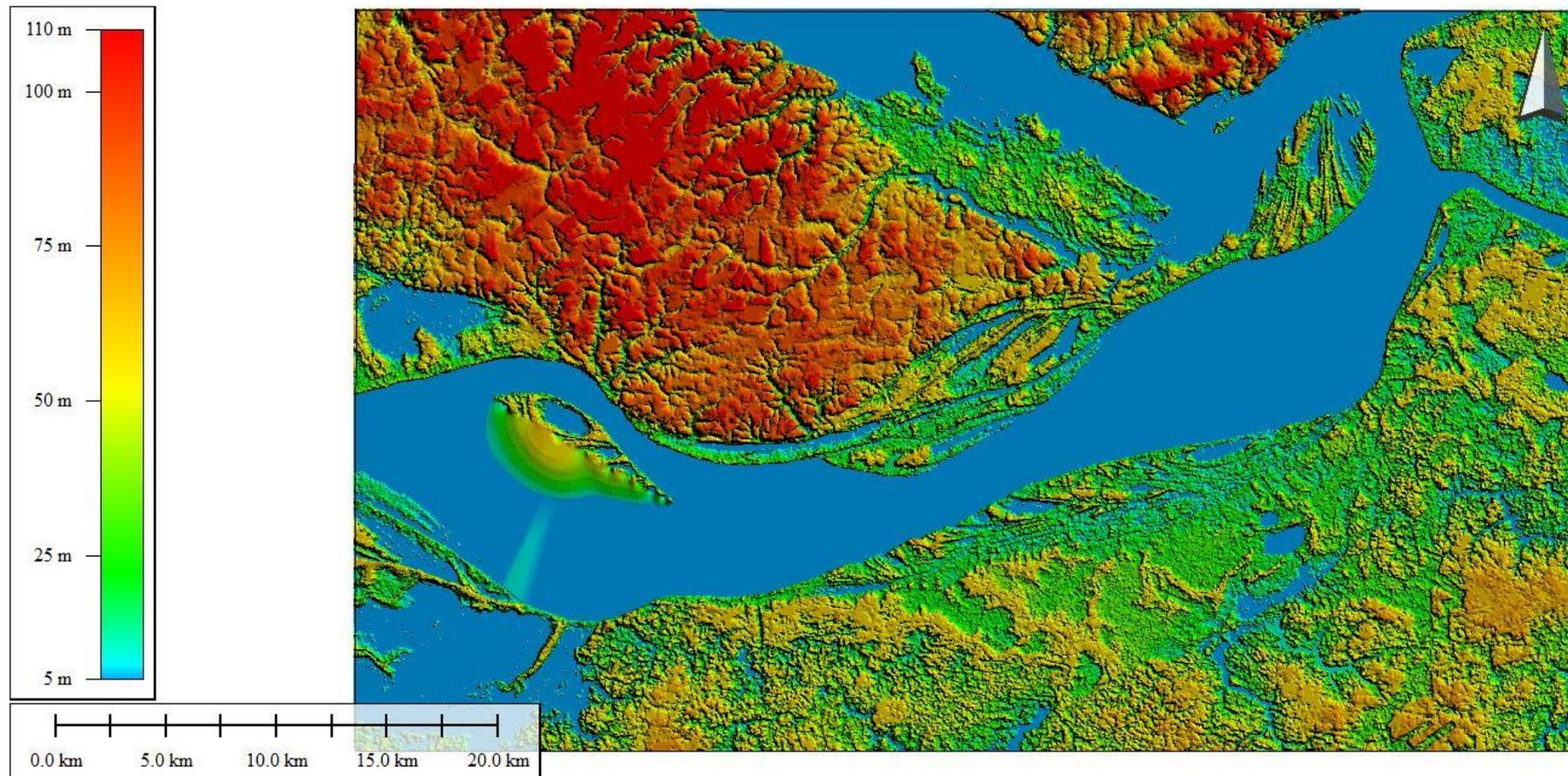
Para diferenciação dos ambientes apresentados na área de estudo e a melhor extração dos dados que respondessem a uma cartografia mais acurada da realidade terrestre foram necessários a elaboração de mapas auxiliares, além dos trabalhos de campo.

O mapeamento das feições geomorfológicas foi realizado com base nos mapas auxiliares de declividade e de altimetria, na extração das curvas de nível em 5m (mapa 3), na geração do Modelo Digital de Elevação (MDE) e fatiamento topográfico (mapa 4), e no mapeamento da rede de drenagem que o possibilitou a classificação dos tipos de ambiente.

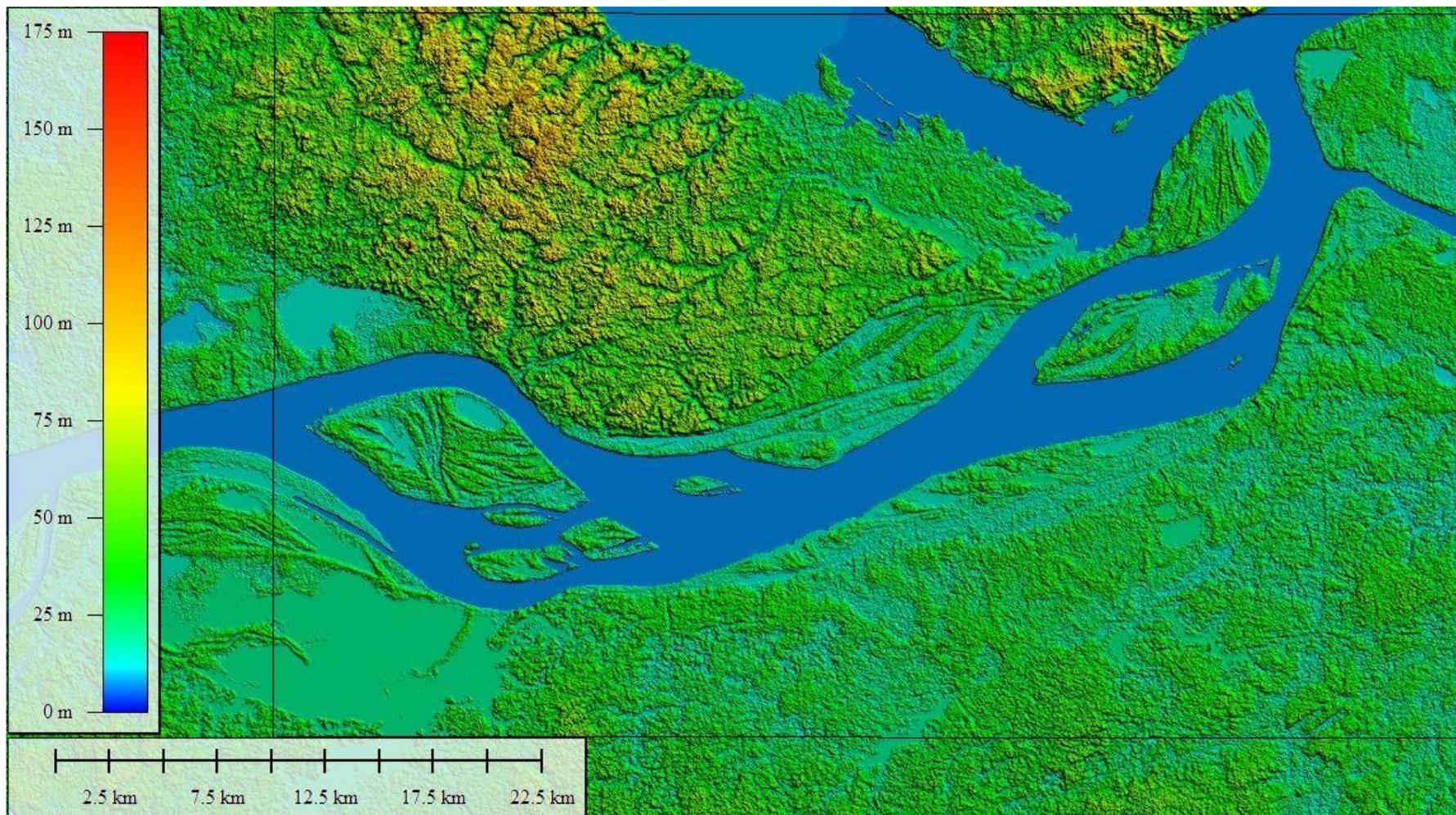
Entretanto, houve um problema na geração do modelo tridimensional referente as ilhas fluviais, devido a um erro na captação dos dados topográficos do fundo do canal pelos dados do SRTM, não houve resposta em relação as cotas altimétricas dessa parte do canal fluvial, para sanar essa discrepância utilizou-se os dados de radar Aster (mapa 5). Os modelos foram elaborados em três dimensões (figura 26) e foram utilizados na identificação da altimetria e declividade.



Mapa 3: Extração das curvas de nível. A extração desses dados possibilitou a verificação das cotas altimétricas em 5m apresentando os pontos mais baixos (em tons verdes e amarelas) e altos (variando do laranja-vermelho ao cinza) da área de estudo. Entretanto os dados topográficos referente as ilhas fluviais do leito do rio Solimões-Amazonas não foram encontradas nos dados base do SRTM 2000. Fonte: a autora (2022).



Mapa 4: Dados SRTM com aplicação da técnica de realce e contraste. O resultado na aplicação dessas técnicas resultou no fatiamento topográfico e subdivisão de níveis em 25 m, apresentando a maior altimetria em 110 m localizada em ambiente de terra firme e a menor em 5m no leito do rio Solimões Amazonas o que auxiliou no fatiamento topográfico e definição de feições geomorfológicas e da rede de drenagem. Fonte: a autora (2022). Fonte: a autora (2022).



Mapa 5: Dados do Aster. Essa imagem de radar foi utilizada para suplementar a ausência dos dados SRTM na área de estudo, pois os dados do Aster (2008) apresentavam o modelo tridimensional das ilhas fluviais após a aplicação das técnicas de realce e contraste, e fatiamento topográfico para melhor interpretação visual. Fonte: a autora (2022).

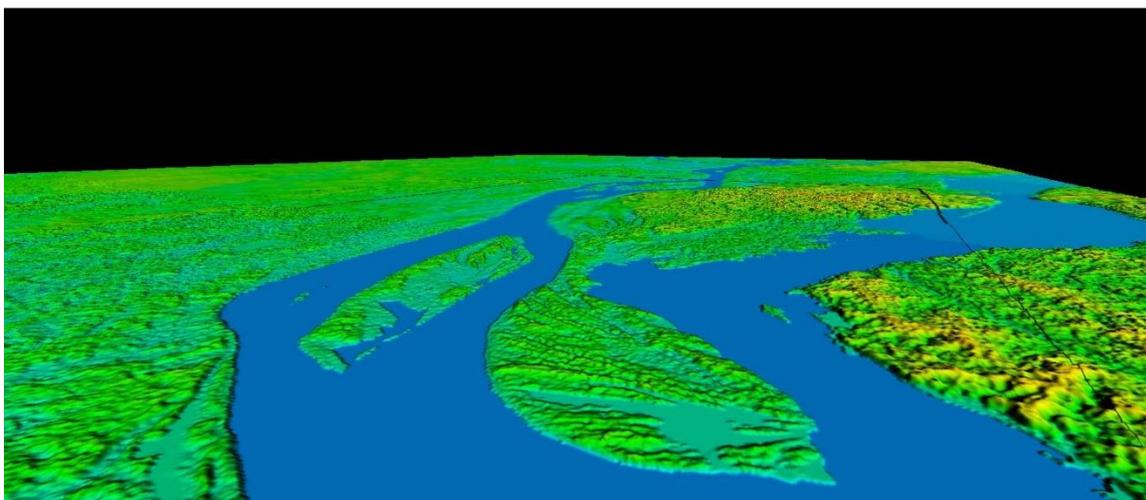
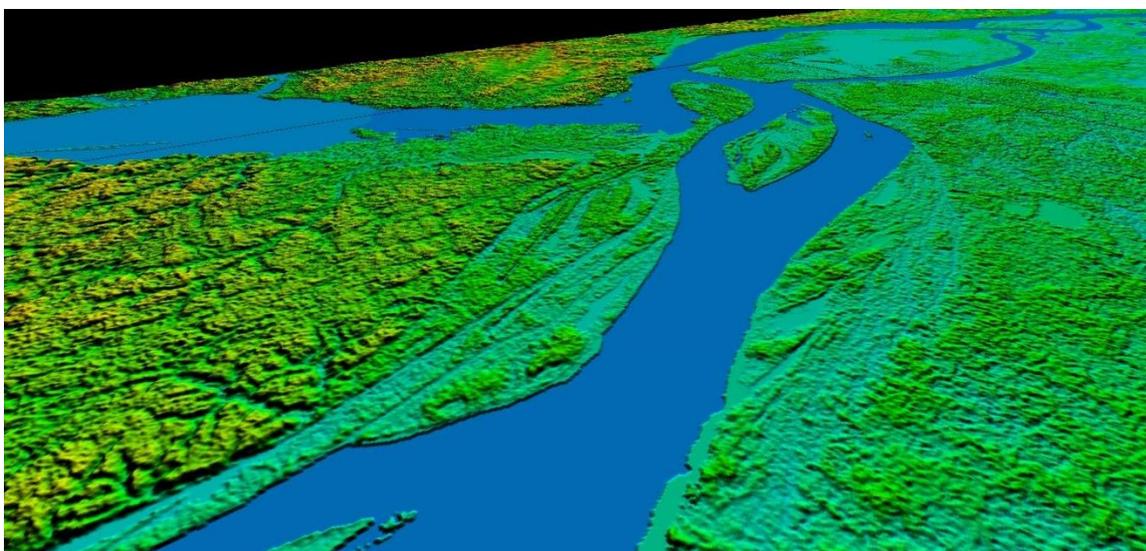
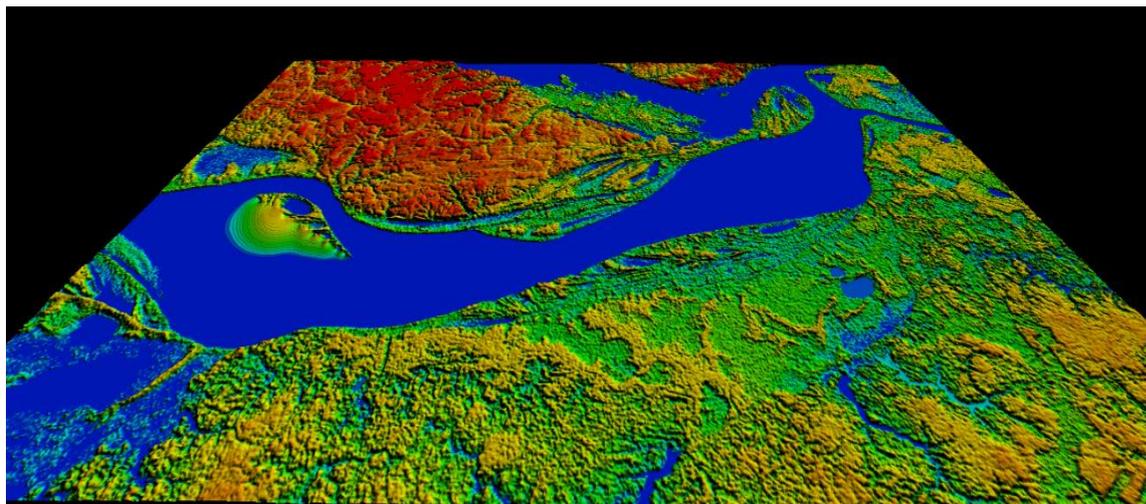


Figura 26: Mosaico tridimensional dos dados SRTM e Aster. Os modelos elaborados a partir dos dados SRTM e Aster auxiliaram na delimitação das unidades do relevo mostrando a topografia mais elevadas e mais baixa, a rugosidade do relevo e as feições dos modelados de acumulação do leito e margens fluviais. Fonte: a autora (2023).

Após a elaboração do modelo digital de elevação foram definidos os perfis transversais, que para uma melhor interpretação dos dados altimétricos e definição dos ambientes foram traçados em três pontos. Todos os perfis iniciaram platô de Terra Firme, margem esquerda do rio Solimões-Amazonas, seguindo transversalmente pelo canal fluvial (planície de inundação – Várzea), e finalizando na outra margem do rio na porção mais elevada, na área mapeada como Planície e Terraço Fluvial (Aptf – de acordo com o Manual Técnico de Geomorfologia).

A figura 27 mostra o primeiro perfil transversal tracejado no início da área de estudo, delimitado de montante para jusante, contabilizando no platô de 100 a 110m de altimetria, os mais altos valores da área, passando pelo canal os valores diminuem consideravelmente e aumentam na ilha da Paciência para aproximadamente 60m, seguindo valores baixos no leito do canal fluvial e aumentando na Aptf com valores que alcançam os 75m.

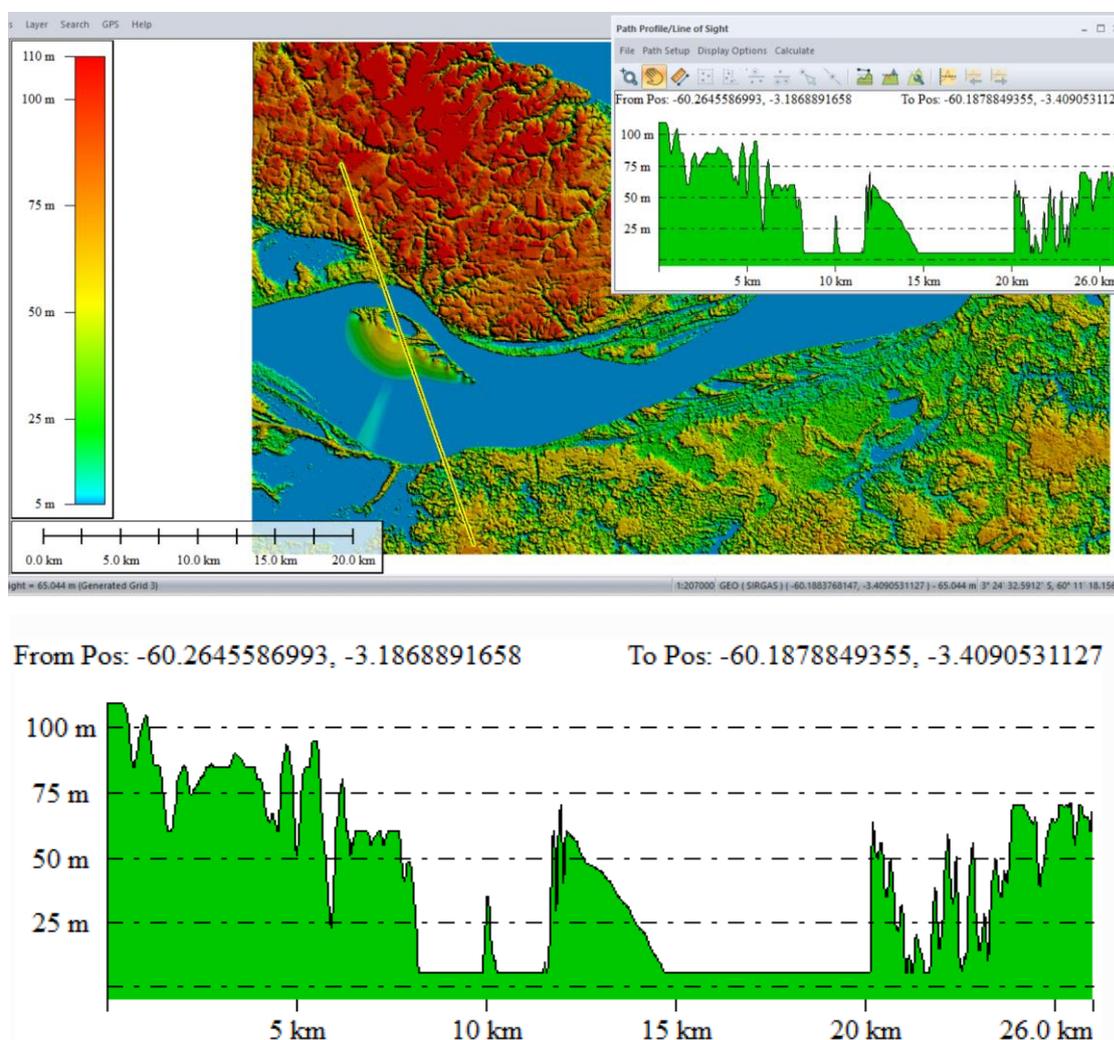


Figura 27: Perfil topográfico 1. Perfil traçado com base no Modelo Digital de Elevação dos dados do SRTM e Aster e apresentam os valores altimétricos da área de estudo que auxiliaram na identificação das unidades do relevo e na definição dos tipos de canais fluviais no software GlobalMapper. Fonte: a autora (2023).

No segundo perfil tracejado (figura 28) no meio da área de estudo as cotas altimétricas também são as mais elevadas e mostram um relevo plano com variações de menor valor apenas próximo aos cursos d'água, majoritariamente de igarapés afluentes do rio Negro. Seguindo pela planície de inundação (a várzea do rio Solimões-Amazonas) no limite entre essa unidade e o platô a cota diminui para cerca de 10m, demarcando bem a delimitação das duas unidades.

As cotas altimétricas das barras próximos ao platô na margem esquerda do rio Solimões-Amazonas se apresentam maiores valores (entre 50 e 60m) que as barras de canal da margem direita contabilizada entre 25 e 60 m, com os maiores valores localizados na Aptf (70 a 75m).

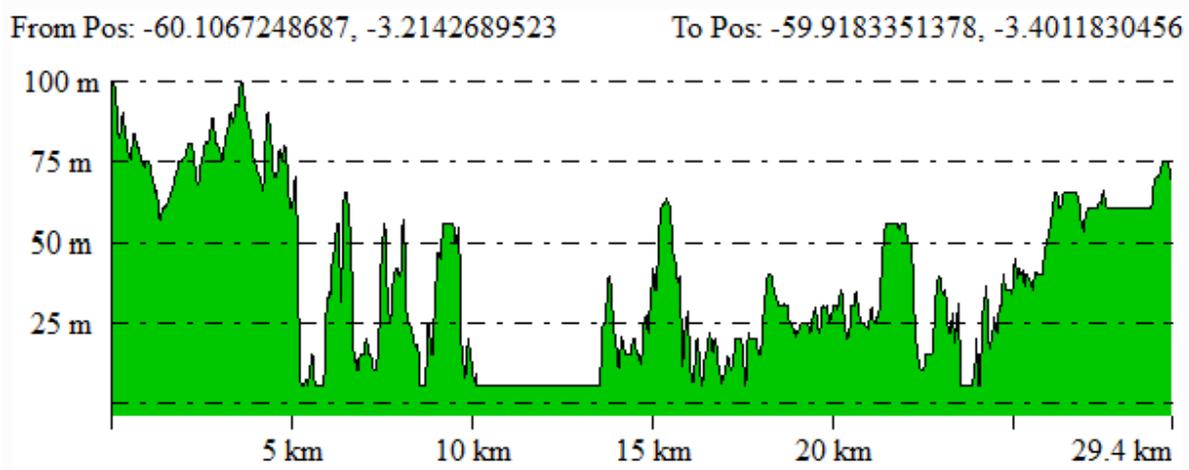
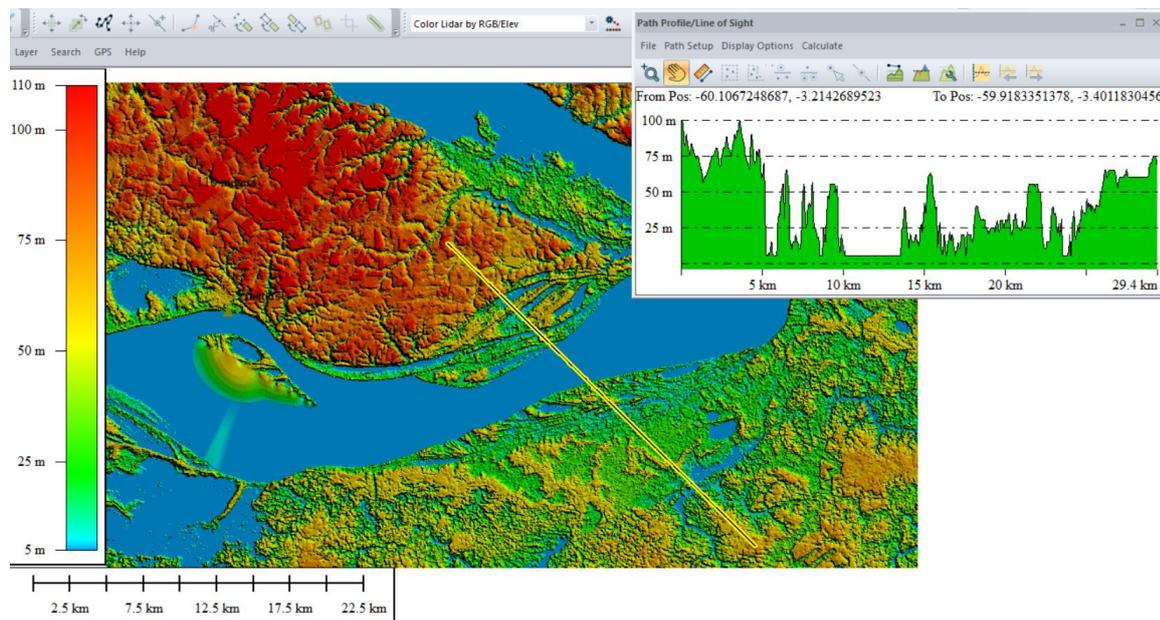


Figura 28: Perfil topográfico 2. Perfil traçado com base no Modelo Digital de Elevação dos dados do SRTM e Aster e apresentam os valores altimétricos da área de estudo que auxiliaram na identificação das unidades do relevo e na definição dos tipos de canais fluviais no software GlobalMapper. Fonte: a autora (2023).

No terceiro perfil (figura 29) o ponto inicial está localizado na unidade geomorfológica de platô na cidade de Manaus alcançando pouco mais de 100m, e essa é a única seção que passa transversalmente pelo rio Negro inicialmente e segue pelo rio Solimões-Amazonas, após a Ilha do Xiborena que conta com cotas altimétricas entre 50 e 60m, assim como a Ilha da Paciência.

A variação de cotas nessa ilha também está relacionada aos corpos d'água que foram identificados como paranás e lagos de várzea, cujos valores de cotas estão abaixo de 25m, sendo os maiores valores alcançados novamente na Aptf de cerca de 60m, destacado na colocação amarela e mostrando um relevo plano de característica tabular.

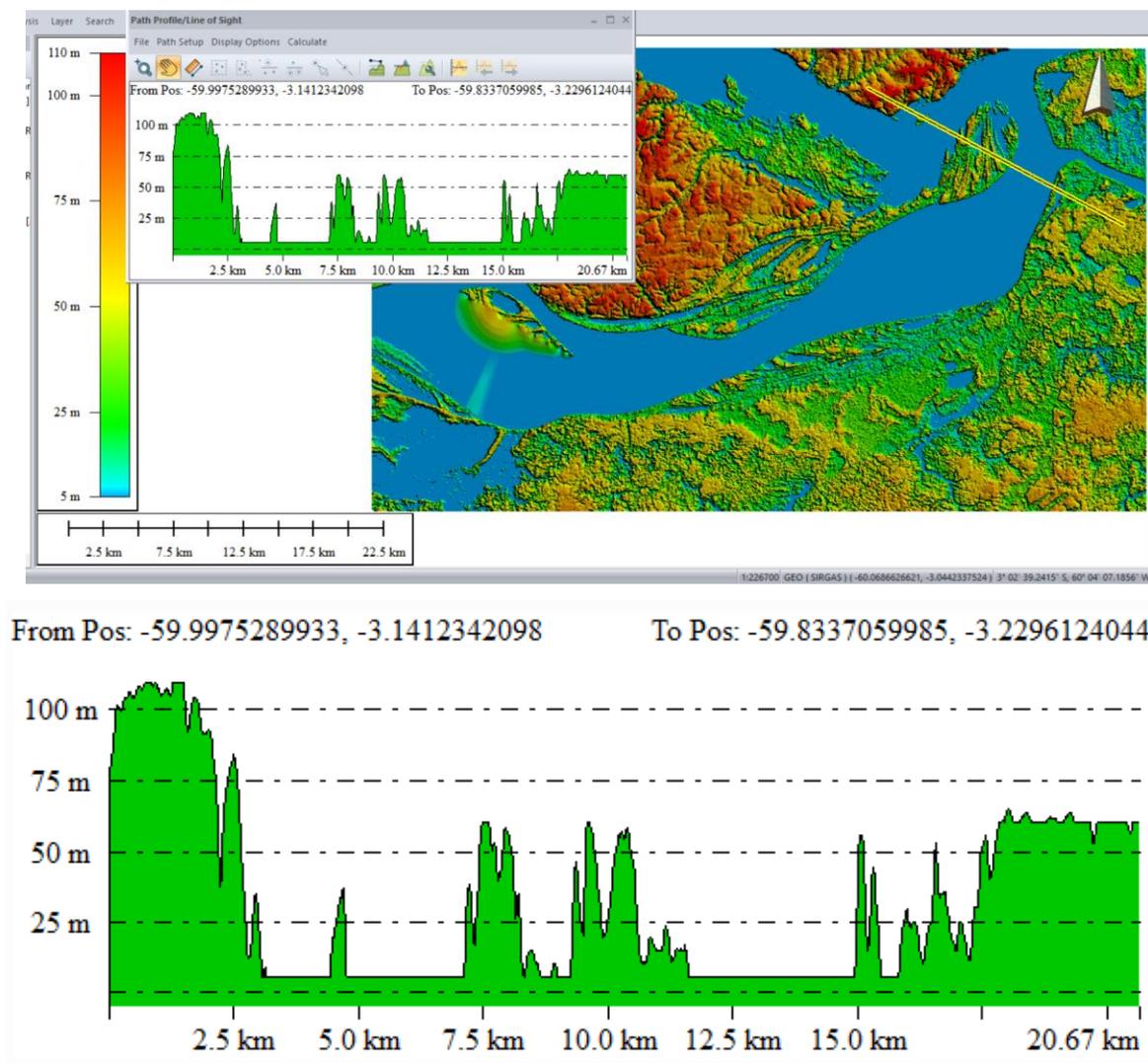


Figura 29: Perfil topográfico 3. Perfil traçado com base no Modelo Digital de Elevação dos dados do SRTM e Aster e apresentam os valores altimétricos da área de estudo que auxiliaram na identificação das unidades do relevo e na definição dos tipos de canais fluviais no software GlobalMapper. Fonte: a autora (2023).

A partir do material cartográfica elaborado e das técnicas de sensoriamento remoto aplicadas foram mapeados os ambientes presentes na área de estudo, platô (terra firme) e a planície de inundação do rio Negro, apresentada anteriormente, e a Apf (várzea) do sistema fluvial Solimões-Amazonas. Os ambientes foram definidos a partir dos modelos tridimensionais elaborados a partir dos dados SRTM e Aster (figura 30).

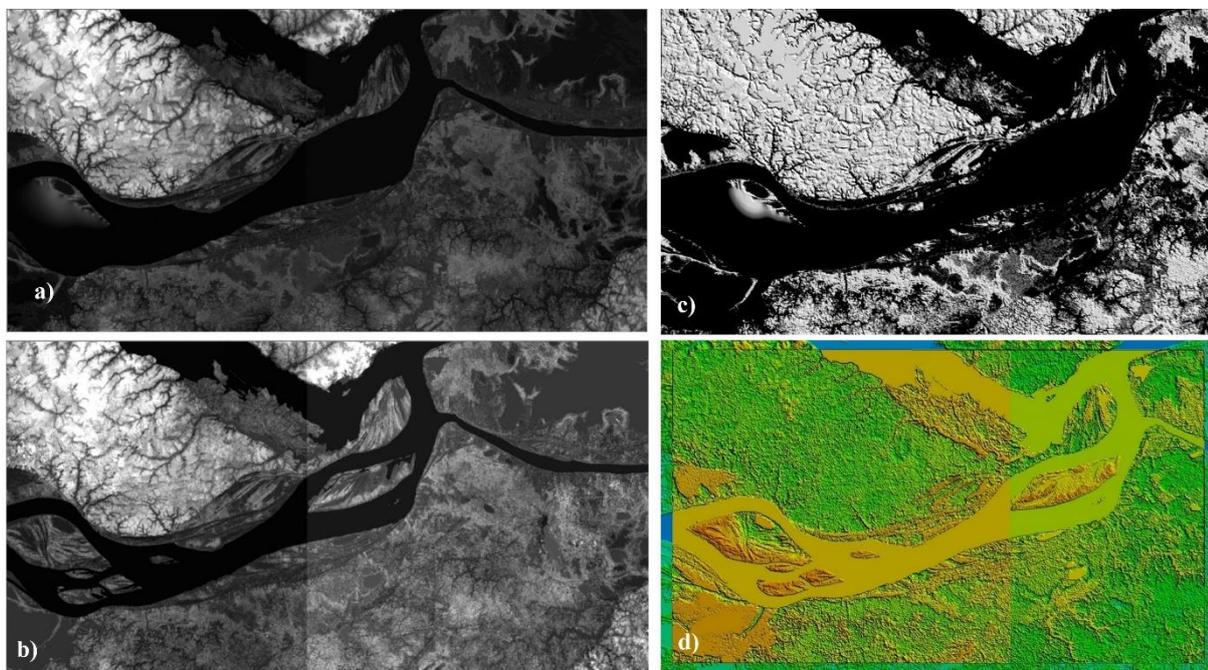
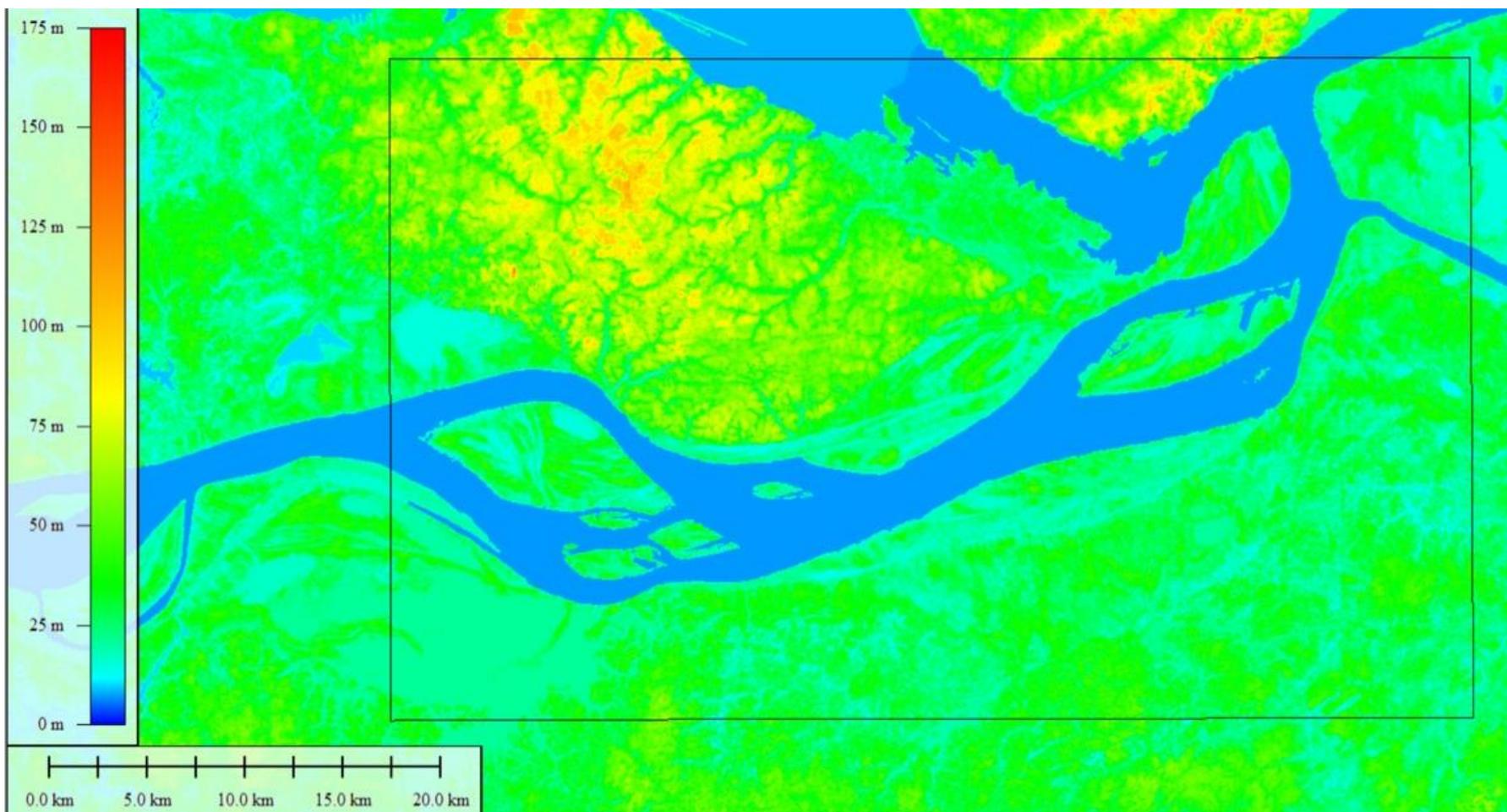


Figura 30: Aplicação de técnicas de processamento digital de imagens nos dados SRTM e Aster. a) Composição das cenas bidimensionais dos Dados do SRTM 2000 com aplicação de contraste para melhoramento visual dos níveis de cinza e reconhecimento do relevo. b) Composição das cenas bidimensionais dos Dados Aster que apresentam as ilhas que compõem a área de estudo e aplicação de contraste para melhoramento visual dos níveis de cinza. c) Relevo sombreado do modelo de elevação gerados a partir dos dados SRTM. d) Modelo tridimensional gerados a partir da fusão dos dados SRTM e Aster destacando as feições do relevo e os corpos d'água.

A partir do processamento digital dos dados sensoriados remotamente foi definido a área de planície de inundação desse sistema fluvial Solimões-Amazonas, esse ambiente apresenta as cotas mais baixas da topografia, e é a porção mais plana e baixa do relevo sujeita as inundações periódicas, com cotas que variam entre 25 e 60m.

Nessa Apf foram registrados a evolução da paisagem com a formação de modelados de acumulação, retirada de material e mudança nas feições dos depósitos sedimentares centrados no leito do canal nas margens fluviais. A apf e seus modelados estão representados no modelo bidimensional dos dados altimétricos em coloração verde, as cores quentes representam as áreas com as cotas mais altas que variam de 75m a 175 m configurando as áreas de Terra Firme na área de estudo (mapa 6)



Mapa 6: Modelo bidimensional do relevo gerado a partir da fusão dos dados SRTM e Aster. Nas cores esverdeadas estão representadas as áreas de planície de inundação do rio Negro e Solimões-Amazonas. As cores quentes representam as áreas mais elevadas do terreno concentradas na Terra Firme corroborando a literatura acerca do relevo amazônico. Fonte: a autora (2022).

O principal representante fluvial da área, o rio Solimões-Amazonas apresenta em seu leito a constituição de inúmeras ilhas e barras de sedimentos, diques e depósitos em crista. Essas feições são intercortadas pelos paranás, furos e os chamados lagos de várzea que apresentam em sua maioria formato alongado e alguns arredondados.

Os lagos são alimentados pelo transbordamento do canal principal em período de cheia fluvial, sendo essa uma das características que os definem como lagos de várzea, além de serem eventualmente alimentados pela precipitação correspondendo à área de planície de inundação.

Os lagos de formato alongado seguem a direção do rio da nascente para foz, no sentido longitudinal Leste-Oeste, com influência dos lineamentos estruturais (mapa 7) oferecendo controle aos cursos d'água e o acúmulo dos depósitos sedimentares.

No mapa pode-se observar através dos lineamentos a atuação geológica controlando cursos d'água que apresentam feições retilíneas e em ângulos retos de 90° graus, dispostos no platô de terra firme, delineando principalmente os igarapés, e na Apf do rio Solimões-Amazonas influenciando a drenagem e o acúmulo de materiais.

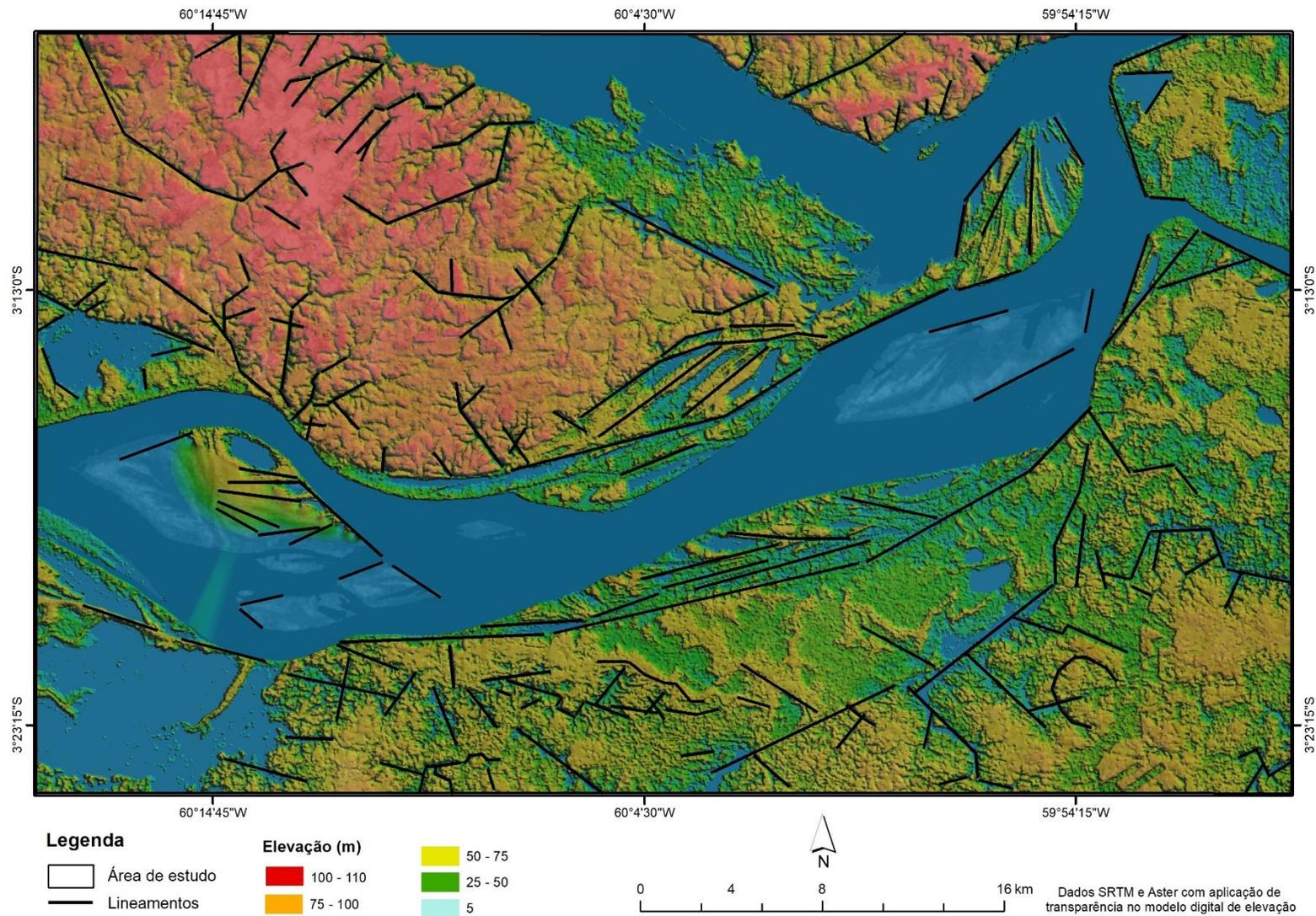
Os lineamentos que são observados no modelado de acumulação no canal e nas margens fluviais estão dispostas no sentido longitudinal, o mesmo que as ilhas e as barras de sedimentos. A formação dessa paisagem pode ser atribuída a direção da correnteza das águas de montante para jusante, mas também à influência de um controle estrutural que não pode ser desprezada.

Fundamentada na literatura e na extração dos dados cartográficos da área é possível verificar a relação entre a posição dos depósitos sedimentares e os lineamentos, nesse sentido destaca-se as barras de canal localizadas na porção central da área de estudo nas duas margens do rio Solimões-Amazonas que se estendem até a Ilha da Marchantaria.

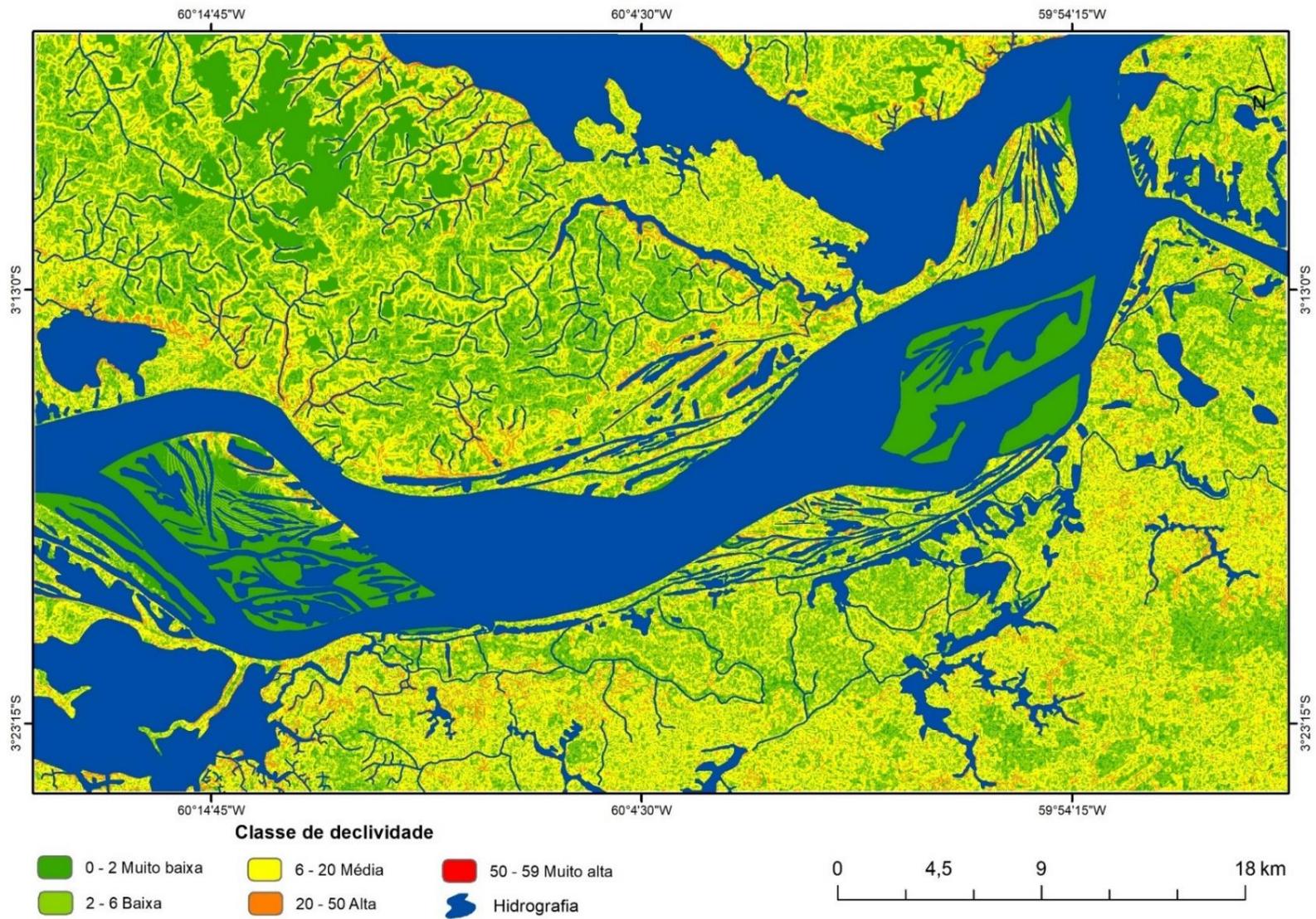
Na margem direita desse sistema fluvial também foram mapeadas duas feições anelares, mas somente uma constava da área de estudo de elevação topográfica entre 50 e 70m representada pela cor amarela, na transição entre a planície de inundação e o platô.

Após a definição do fatiamento em classes de metros da topografia e da extração e análise da influência dos lineamentos também foi elaborado o mapa de declividade que auxiliou numa definição mais acurada dos limites dos ambientes de Apf e Platô.

As classes de declividade identificadas na área de estudo apresentam a predominância que varia de muito baixa a baixa (0 a 6%), localizadas principalmente próximos aos cursos d'água na terra firme e na várzea é intercortada por pequenas áreas que apresentam a classe de declividade média que varia de 6 a 20% (mapa 8).



Mapa 7: Extração dos lineamentos da área de estudo. Os lineamentos foram extraídos após o processamento digital de imagens com base na fusão e em outras técnicas aplicadas nos dados altimétricos do SRTM e do Aster. A resposta cartográfica mostrou a relação entre a ação da neotectônica e das formas retilíneas de canais e de formas dos modelados de acumulação. Fonte: a autora (2022).



Mapa 8: Classes de declividade da área de estudo. As classes predominantes estão identificadas entre muito baixa a média. Fonte: a autora (2022).

Barras de canal

As barras de canal resultam da tríade da dinâmica fluvial que remove, transporta e deposita sedimentos ao longo do canal fluvial. Essa deposição ocorre quando há uma diminuição do fluxo do canal em trechos alternados de profundidade, em ajustamentos internos, e nos barramentos existentes no leito fluvial ocasionando mudanças do gradiente de declividade que resultam na sedimentação aluvial com mais frequência e intensidade.

Essas barras em geral apresentam forma de crescimento alongado de sentido longitudinal e são frequentemente encontradas na calha de grandes rios principalmente de águas brancas como no leito do rio Solimões-Amazonas (figura 31).

A concentração da barra de sedimento foi registrada na parte central do canal, principalmente com a acreção lateral nas barras mais antigas, que estão em processo de inicial de fixação pela colonização da vegetação.

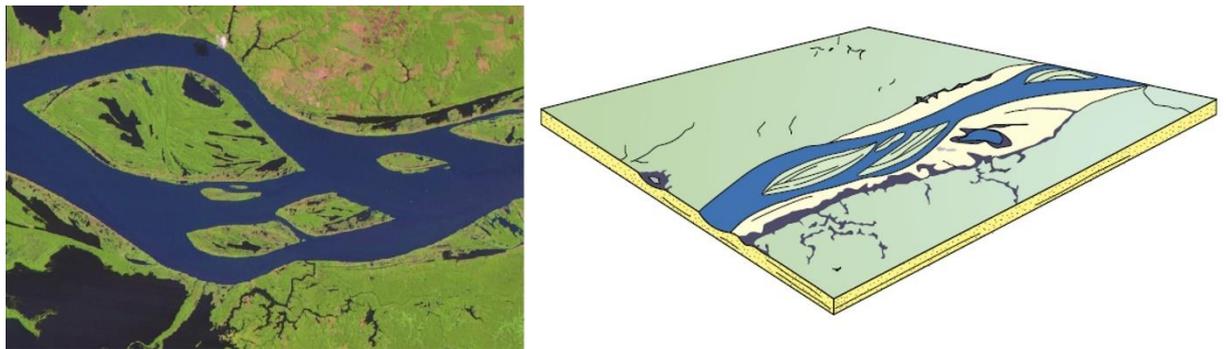


Figura 31: Barras de canal na área de estudo. Ilha da Paciência em formato longitudinal apresentando configuração alongada dividindo o canal do rio Solimões-Amazonas. Ao lado bloco-diagrama representativo essa forma de acumulação e as ilhas, são as formas de leito de rio de ocorrência periódica resultantes da atuação de múltiplos eventos erosivos e deposicionais. Fonte: Na primeira imagem recorte da imagem do Landsat em composição colorida período de vazante fluvial do ano de 2022, e na segunda o Bloco-diagrama do Manual Técnico de Geomorfologia representando as barras de canal.

A Ilha da Machantaria (figura 32) foi a que mais apresentou o crescimento das barras de sedimentos no sentido longitudinal, localizadas na porção jusante da ilha. Essa configuração está impulsionando uma metamorfose fluvial, pois está dando início ao processo de formação de paranás, furos e lagos de várzea no interior da ilha, devido a deposição que divide o canal fluvial.

Outro indício está no entendimento que a concentração dessas barras quando fixadas promovam o estreitamento de um braço do canal do rio Solimões que está entre a Ilha da Machantaria e a Costa do Curari Grande, podendo inclusive ocasionar o fechamento completo

do canal, obrigando o sistema fluvial a uma nova dinâmica, assim como seus moradores a um novo ajustamento.



Figura 32: Evolução da Ilha da Machantaria. Na carta topográfica SA 21 Y-C-I (MI 579) escala 1:100.000 de 1978 observa-se o registro da porção inicial da Ilha. Na imagem do Landsat sensor TM composição colorida RGB (1990) foi registrado o aumento a jusante da Ilha com o acréscimo de depósitos. Na terceira imagem que representa o mapeamento das barras de sedimentos nas proximidades da Ilha foi observada o deslocamento dos depósitos na direção da Costa do Curari, e a concentração do aumento de barras de sedimentos na porção montante da Ilha promovendo o aumento da área e o início do fechamento de paranás.

Não foi comum a visualização das barras centrais de formato arredondado na área de estudo, em geral os depósitos e ilhas apresentam formas alongadas, assimétricas e de sentido longitudinais seguindo a direção do fluxo do rio. Os sedimentos desses depósitos passam pela remoção ou fixação pela ação da dinâmica fluvial por ainda estarem em processo de formação.

Estas podem emergir em diferentes lugares e sua visualização se dá apenas em período de vazante fluvial ao longo do curso fluvial, e podem possuir diferentes formas com maior ou menor quantidade de material, até que seja iniciado o processo de fixação do depósito a partir da coesão dos grãos com a presença da vegetação.

Embora ocorra essa concentração na Ilha supramencionada é possível a identificação ao longo do canal fluvial na área de estudo e nas duas margens do rio Solimões-Amazonas que compreende o município de Iranduba e do Careiro, nessa porção o acréscimo tem formato alongado depositados lateralmente, e já apresenta áreas ocupadas por sistemas produtivos.

Os sedimentos recém-depositados, entretanto, ainda não apresentam essa ocupação, como pode ser verificado na figura 33, os depósitos localizados no interior e lateralmente na Ilha da Machantaria são constituídos de material arenoso impróprio para o plantio, segundo os moradores das comunidades próximas, e a literatura. Nesses depósitos a vegetação é arbustiva típica de áreas recém depositadas e que estão no estágio inicial de fixação, o terreno é plano com leves ondulações constituído pelos depósitos aluviais de maior ou menor elevação.

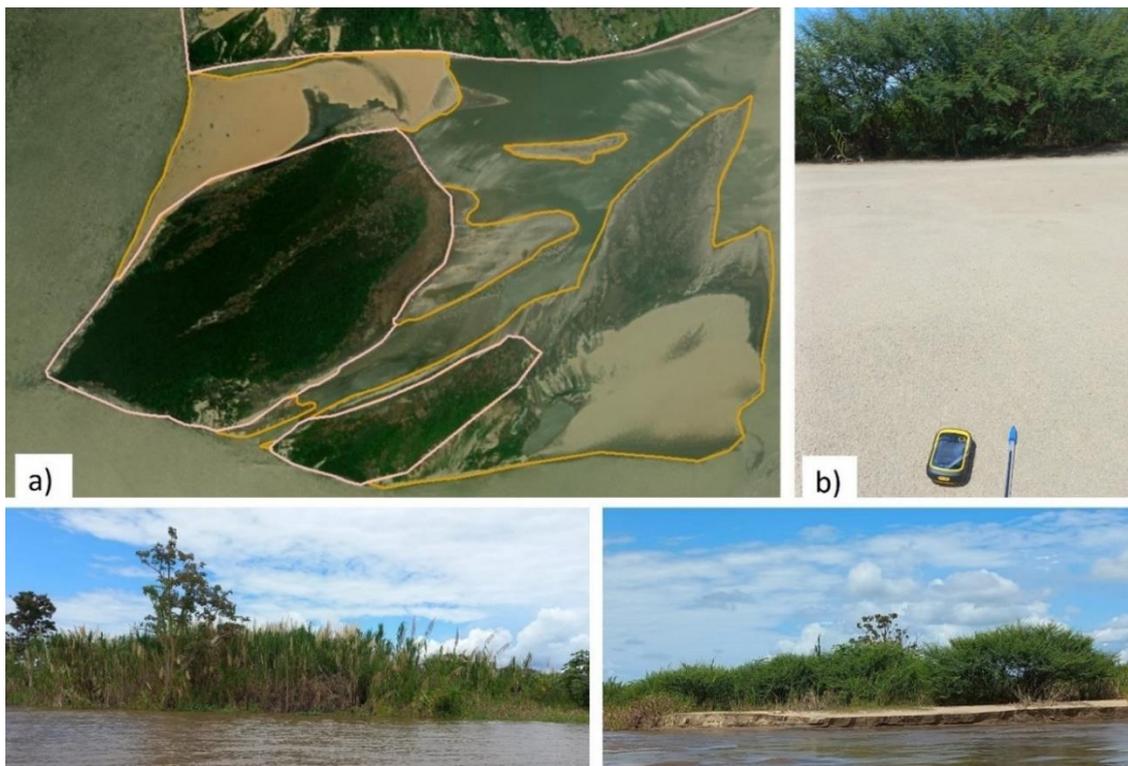


Figura 33: Depósitos recentes na Ilha da Machantaria. a) Imagem da parte inicial da Ilha onde há concentração dos depósitos. Delimitado em linha rosa estão aqueles depósitos com estágio inicial de fixação da vegetação em estrato arbóreo, em linha laranja estão as barras de sedimentos sem presença de vegetação que não estão fixadas e por isso podem ser removidas com mais facilidade da capacidade do rio. b) Depósitos de composição arenosa na margem do rio, não há nessa área qualquer utilização, seja para sistemas produtivos ou moradias. Coordenadas: 03° 17' 03,38" S 59° 58' 03,20" O. Cota fluvial 1888 cm (município de Manacapuru) (dados do Serviço Geológico do Brasil, CPRM). Fonte: a autora, 2023.

Ilhas fluviais

Na paisagem impressa no médio rio Amazonas são comuns a visualização de ilhas fluviais, que também são observadas em rios de águas transparentes, mas a constituição desses modelados de acumulação é muito superior nos rios de águas brancas.

Essa produção se deve principalmente a grande quantidade de material retirado das margens e do leito do canal fluvial, sendo transportado pelo rio formando inicialmente as barras de sedimentos onde ocorrem as condições necessárias para deposição.

Na área de estudo foram registradas grandes ilhas que apresentam contínuo acréscimo pela deposição em barras de sedimentos centrais e laterais, algumas com estágio inicial de colonização da vegetação. Nessa área, em períodos de cheia fluvial, ocorre sazonalmente o barramento do rio Negro pelas águas do rio Solimões-Amazonas promovendo as condições para sedimentação, são os períodos de maior influência do rio Amazonas sobre o rio Negro.

Outro fator que exerce influência na constituição das ilhas fluviais e que condicionam os cursos dos rios amazônicos são as falhas tectônicas e lineamentos. Destaca-se nesse segmento do rio Solimões os depósitos fluviais (inclusive as várzeas), as ilhas, os lagos, e os paranás como expressivas feições sintectônicas holocênicas ativas (Igreja *et. al.*1995).

O mapa 7 (página 91) mostrou os principais lineamentos da rede de drenagem evidenciando um controle estrutural ativo que condiciona os cursos fluviais e pode ser entendido como um dos fatores que direciona a deposição de sedimentos.

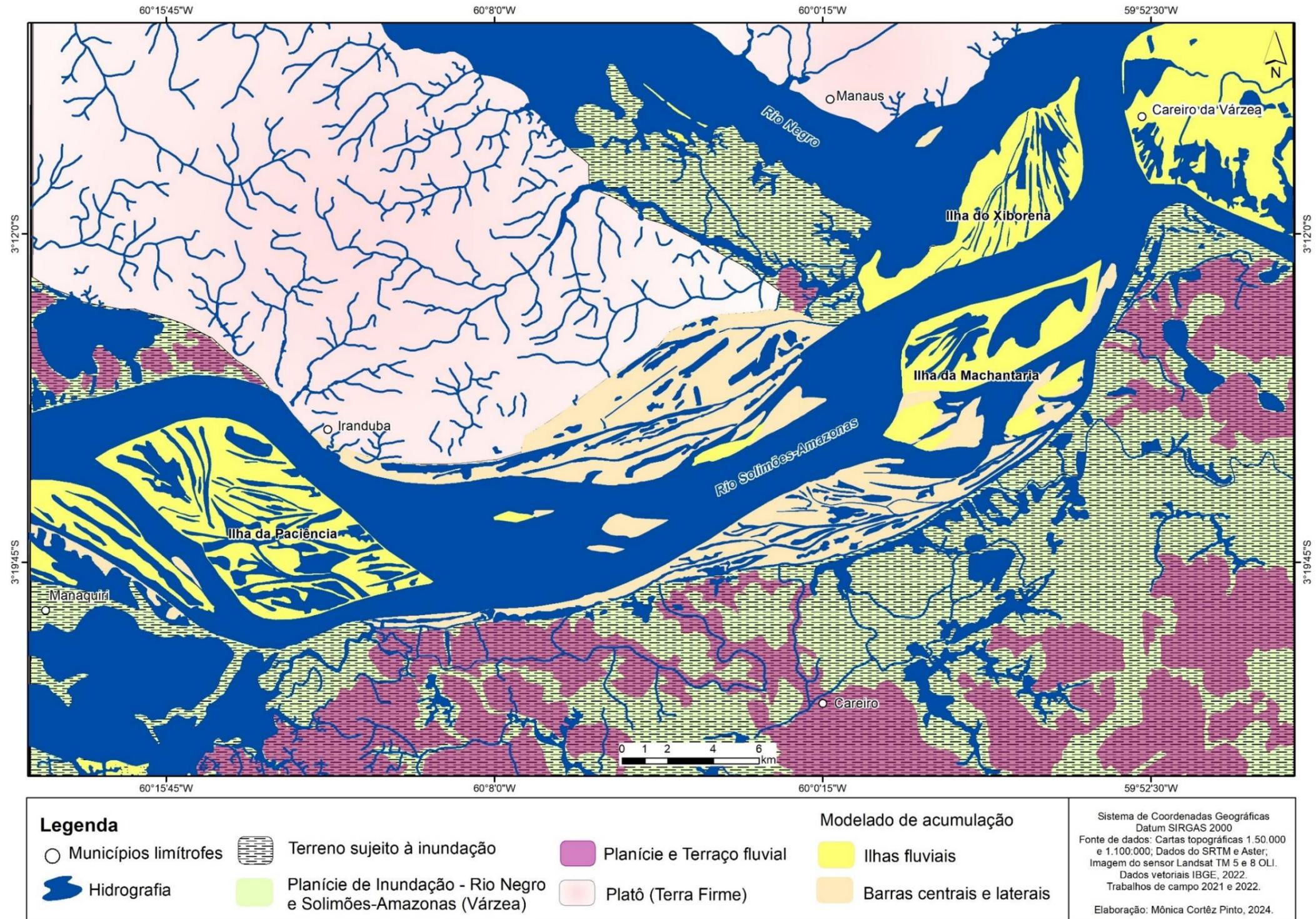
O resultado da fixação dos depósitos aluvionais na porção central do canal que constituem as ilhas são acrescidas verticalmente após as cheias anuais. De acordo com Frota Filho e Louzada (2018), as ilhas são inicialmente formadas após o período de cheia dos rios, quando uma grande quantidade de sedimentos é depositada em lugares de menor correnteza, formando banco de areia que se desenvolvem até a formação das ilhas.

Se a barra de sedimentos se fixar no meio do rio com o desenvolvimento da vegetação, a ilha fluvial é consolidada e seu crescimento pode receber espécies como a embaúbeira (*Cecropia Sp*), indicando que o depósito é antigo, e a tendência da vegetação tomará um novo formato com árvores mais resistentes. Desta forma as diferenças entre os tipos de vegetação em ilhas fluviais correspondem ao período e aos ambientes em que se desenvolvem (figura 34).

As ilhas fluviais estão no mapa geomorfológico (mapa 9) e mostram a perda de sedimentos de montante para jusante seguindo a direção do fluxo fluvial. As maiores ilhas são a Ilha da Paciência 62.202,31 m², Ilha da Machantaria 33.638,44 m² e a Ilha do Xiborena 30.215,07 m² todas historicamente ocupadas por atividades socioeconômicas e culturais.



Figura 34: Ilha da Machantaria. A Ilha fluvial no rio Solimões-Amazonas apresenta a diferença de vegetação, onde a área mais antiga é constituída de vegetação mais densa e de maior porte, e a parte tracejada apresenta vegetação em gramínea e algumas espécies de árvores espaçadas. Registro em vazante fluvial. Coordenadas: 03° 14' 34,9" S 59° 58' 38" O. Fonte: a autora, 2020.



Mapa 9: Unidades geomorfológicas da área de estudo. Com base nos produtos sensoriados remotamente e nos trabalhos de campo foram mapeadas as duas grandes unidades geomorfológicas da área, o Platô (Terra Firme) e a Planície de Inundação (Várzea nos rios de água branca na nomenclatura amazônica). Também foi definida com base na literatura e no Manual Técnico de Geomorfologia a Aptf, área mais elevada (cotas altimétricas que variam entre 50 e 75m) que a Planície de inundação ativa (cotas altimétricas entre 25 e 50m), mas sujeita a inundação, assim como na Várzea com presença de igarapés e lagos de várzea. As outras unidades cartografadas foram os modelado de acumulação, ilhas fluviais e barras de sedimentos laterais e centrais que estão concentradas no leito e nas margens do rio Solimões-Amazonas. Elaboração: a autora (2024).

Planície e Terraço Fluvial (Aptf)

A Aptf é uma área que apresenta características de duas unidades geomorfológicas, a Planície e o Terraço fluvial, pode-se dizer que o terraço fluvial está ambientado na planície de inundação ativa, mas com uma topografia mais elevada que a atual planície e ainda assim sujeita a inundação periódica dos rios de águas brancas, no caso da área de estudo.

As cotas altimétricas da Aptf variam entre 50 e 75m, enquanto a Várzea apresenta cotas entre 25 e 50m, mostrando uma interseção de altimetria que possibilita o alcance do nível do da água em períodos de cheia fluvial, que cobrem um relevo plano e declividade média levemente inclinada em direção aos canais fluviais.

Assim como na Várzea a Aptf apresenta uma rede de drenagem semelhante à da Planície de Inundação com igarapés e lagos de várzea, entretanto, o mapeamento mostrou a uma drenagem de padrão subdendrítico, com cursos retilíneos e alguns que formam ângulos de 90° apresentando controle por lineamentos estruturais de origem neotectônica.

Na área de estudo o Aptf apresenta lagos de vales afogadas (rias fluviais), lagos retilíneos, lagos adaptados a tectônica e extensos igarapés, porém a densidade de canais é menor que as existentes na planície de inundação, essa unidade está identificada no mapa 9 (página 101) destacada na coloração lilás sobrepostos pelo símbolo de área sujeita a inundação, onde mostra a concentração dessa unidade na margem direita do rio Solimões-Amazonas, entre os municípios de Careiro e Careiro da Várzea.

Platô

O Platô compreende a maior parte do município de Iranduba que consta na área de estudo. Essa área foi delimitada principalmente com os dados sensoriados remotamente, pois a diferenciação entre a planície de inundação, os terraços fluviais são por vezes de difícil identificação, mas as cotas altimétricas do platô e a diferença de coloração da vegetação de Terra Firme e os padrões de drenagem possibilitaram uma compreensão mais acurada dos limites dessa unidade geomorfológica.

O Platô (Terra Firme) apresenta as cotas altimétricas mais elevadas que variam entre 75 a 110 m, e apresenta relevo dissecado e aplainado com classe de declividade de média a alta, onde a distribuição da rede de drenagem consta de igarapés de padrão dentrítico a subdentrítico, afluentes do principal canal na margem direito, o rio Negro.

A constituição dos modelados de acumulação como as barras de canal e as ilhas são produtos da Várzea, a circulação das águas que obedece a um calendário de vazantes e cheias

fluviais, e os altos índices de pluviosidade direcionam o alcance da amplitude das inundações periódicas. são formados lagos de várzea, furos e paranás a partir dessa dinâmica.

Os lagos são alimentados quase a sua totalidade pelo extravasamento da cheia fluvial e pelas águas pluviais. Os furos apresentam-se como caminhos “atalhos” de rio, e na vazante deixam sua impressão no formato de regos por onde escoar a água e por onde o acesso é interrompido até que se volte a subida das águas novamente. Os paranás ou braços de rios também são criações da dinâmica das águas que ao dar a volta numa ilha permitem a comunicação com o canal principal.

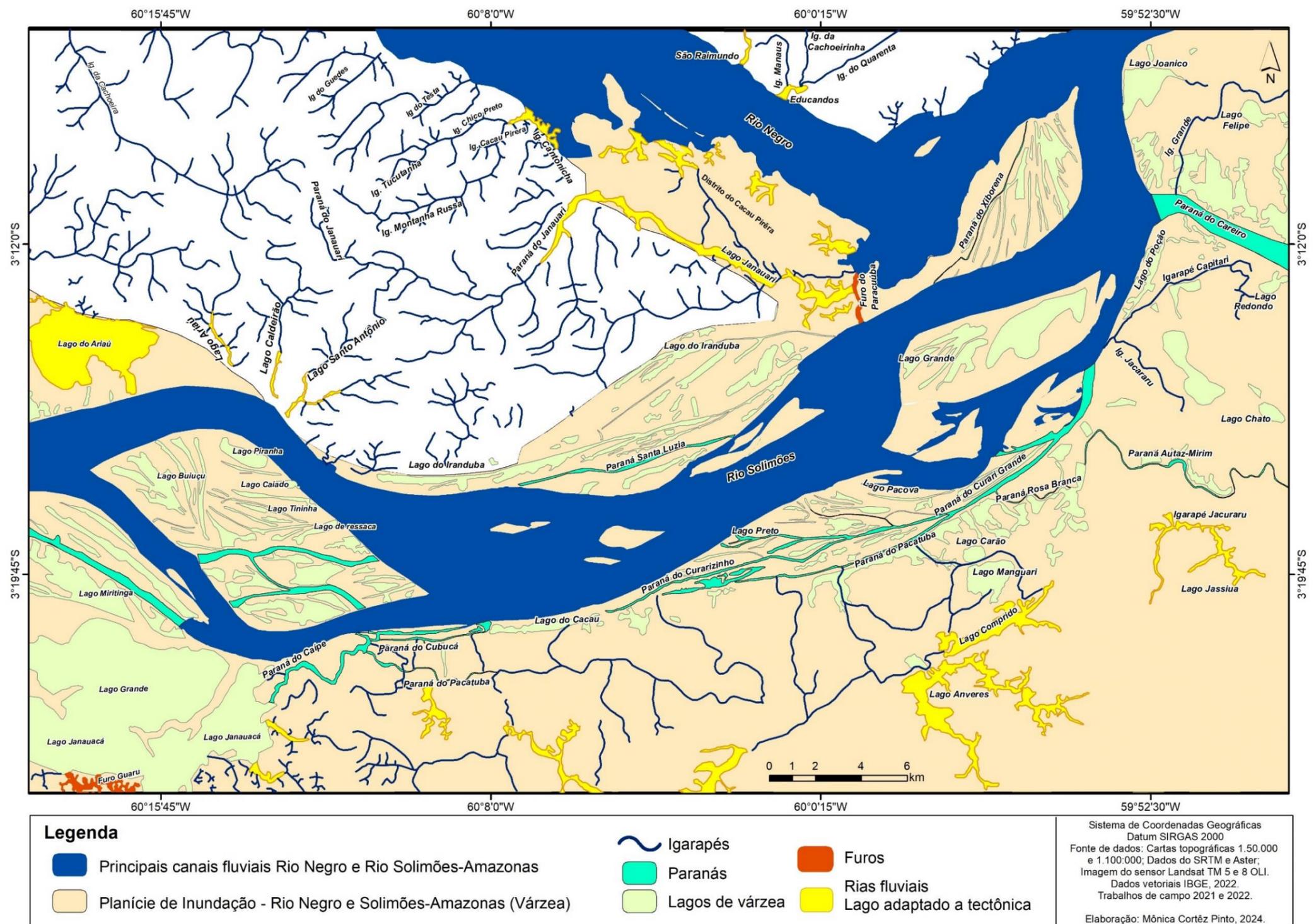
Na porção que corresponde ao município de Iranduba encontra-se o denominado Paraná do Januari (mapa 10), efetivou-se este corpo hídrico na classe de igarapés dado as suas características, ambientado em terra firme banhado pelo rio Negro, mas com influência do rio Solimões ainda que em pequena escala se comparada a porção sul e sudeste do município.

A sua grande extensão, e desembocadura em rio de água branca oferecem ao igarapé uma configuração de paraná, principalmente em período de cheia fluvial, quando as águas do rio Solimões-Amazonas represam as do rio Negro. Entretanto em todo o curso nota-se a ausência da característica mais proeminente que classifica os paranás, “o braço de rio que se ele a ele mesmo”.

A partir da elaboração do mapeamento pode-se entender a relação entre as unidades geomorfológicas, seus modelados de acumulação e os sistemas fluviais, são ambientes interdependentes, cujo núcleo formador é a água. Essa água presente na dinâmica plúvio-fluvial produz novas formas de relevo, novas formas de acesso e dirige a sua própria ocupação.

A superfície mapeada mostra em seus contornos os fatores a que compõem a paisagem, formado por um emaranhado de águas e terras que parece aos olhos do examinador desorganizado, mas que compreende uma intrincada relação de processos e formas derivadas.

As ilhas e os sistemas fluviais que dela derivam como os paranás e furos só ocorrem porque houve a deposição de sedimentos. As rias fluviais e os formatos de “cotovelos ou joelhos” evidenciam o controle tectônico a que os cursos fluviais estão submetidos. A identificação dessa configuração está reunida no mapa hidrogeomorfológico da área de estudo, onde estão individualizadas as unidades do relevo e os modelados de acumulação que compõem a área de estudo (mapa 10).



Mapa 10: Cartografia da rede de drenagem da área de estudo. Com base nos produtos sensoriados remotamente e nos trabalhos de campo foram mapeados os tipos de canais da área, sendo estes os canais principais, o rio Negro e o Sistema Fluvial Solimões-Amazonas. Os igarapés mapeados se concentram no município de Iranduba na unidade geomorfológica de platô. Na margem direita do rio Solimões-Amazonas também foram cartografados igarapés, porém em menor intensidade. Na planície de inundação ativa foram identificados os furos, os paranás, os lagos de várzea, as rias fluviais e lagos adaptados a tectônica. Elaboração: a autora (2024).

CAPÍTULO III

Alterações ocorridas no modo de vida varzeano a partir da dinâmica fluvial e da evolução da paisagem de 1980 a 2020.

Esse capítulo busca estabelecer a importância de compreender os processos hidromorfodinâmicos modeladores da paisagem, dentre tais: as dinâmicas existentes no sistema hidrológico, a influência estrutural e morfológica, a dinâmica climatológica, o funcionamento dos cursos fluviais e a influência nas práticas humanas.

Nesse sentido, um dos cientistas clássicos de estudos amazônicos, Sternberg (1998) ao discutir a influência das águas no modo de vida dos varzeanos do Careiro, refere sobre a função das águas fluviais como o agente geomórfico fundamental da constituição da paisagem, favorecendo mais agudamente as vinculações da sociedade com o sistema ambiental.

Para o início dessa abordagem, se vai partir do embasamento que sustenta a bacia hidrográfica amazônica, sua instalação se encontra numa região afetada por acidentes profundos que delimitam uma série de megaestruturas, restringindo-nos aos elementos maiores, a bacia sedimentar do Amazonas em uma fossa de afundamento WSW-ENE que ocupa o espaço compreendido entre os Escudos Guiana e o Brasileiro (Tricart, 1974).

Os estudos a respeito de controles neotectônicos em megafeições geomorfológicas fluviais identificam a direção estrutural preferencial seccionada a nordeste e sudoeste pelo “*trend*” estrutural N75E configurando o Rombograben Manaus que controla o rio Solimões-Amazonas e suas profícuas áreas da unidade de Várzea: desde a cidade de Manacapuru a mais de 100 km a oeste do “Encontro das Águas” dos rios Negro e Solimões (Igreja, 1998), nas Zonas de Falha de Terra Nova Zona e de Falha Manaquiri com as Zonas de Falhas Aleixo e Curari.²

Nesse segmento estão configurados os depósitos fluviais, as ilhas, os lagos de depressão, os furos, e os paranás dos rombograben. Na concepção de Igreja *et al.*, (1995) são expressivas feições sintetônicas holocênicas ativas da zona principal de deformação, em consonância com os estudos desenvolvidos na Ilha do Careiro.

Sternberg (1950) reconhece que um dos fatores internos que condicionam os cursos dos rios amazônicos são as falhas tectônicas, estas modificam os canais fluviais alterando a dinâmica da paisagem ecológica. Silva e Rosseti (2009) dão ênfase às ocorrências de mega

² Ver figura 18 “Esboço geológico-tectônico da região do Encontro das Águas”. Página 44.

migrações do rio Solimões-Amazonas, cujos indícios se deram pelo desaparecimento de bancos de areia, o desmoronamento de margens (fenômenos das terras caídas), e o abandono do leito, os quais são muitas vezes, consequência indireta de processos tectônicos.

Na Amazônia Ocidental e Oriental, a erosão fluvial é conhecida na região e na academia por “terras caídas”³. Este termo foi cunhado pelo geógrafo Hilgard O'Reilly Sternberg quando realizou estudos na Amazônia no final da década de 1940 e meado da década de 1950 quando publicou a sua Tese “A água e o homem na Várzea do Careiro” à Cátedra de Geografia do Brasil, na Universidade do Brasil- Rio de Janeiro.

Entre os fatores que influenciam na dinâmica fluvial, cuja compreensão da fisionomia da paisagem fluvial está na dependência o trabalho que um rio executa, composto pela tríade hidráulica (erosão fluvial, transporte de sedimentos e mecanismos deposicionais), onde o movimento da água é exercido sobre os sedimentos do leito fluvial.

A baixa declividade constatada no médio e baixo rio Amazonas resulta na estabilidade do canal fluvial, apresentando uma feição ao que ocorre em canais anastomosados (Rozo *et al.*, 2005). A respeito dessa padronagem, Pinto (2013) caracteriza o sistema fluvial a partir de profundidades relativamente rasas, e canais em que o fluxo se divide e se une em torno de barras de sedimentos e ilhas, e depende das mudanças nas condições do fluxo do rio.

Os depósitos constituídos pelos processos de sedimentação fluvial originam novas formas de áreas emersas resultando em barras de canal lateral e central, diques, ilhas, cristas, restingas, e linhas de acreção frequentemente encontrados em acumulações fluviais calhas de grandes rios de águas brancas.

Essas ilhas apresentam geralmente um padrão de crescimento longitudinal com a presença de barras mais antigas, onde se encontram nas cristas as espécies de maior porte (*Embaubeira - Cecropia sp*, *Taxizeiro-Tachigalia paniculata*, *Mungubeira-Bombax munguba*, *Paricazeiro- Schizolobium amazonicum*) da Mata de Várzea (Rodrigues, 1989).

A vegetação supramencionada, os componentes formadores da paisagem e todas as formações aluviais produzidas pela dinâmica fluvial são conhecidos e utilizados pelas comunidades de famílias varzeanas para desenvolver nos seus sistemas agroflorestais espontâneos (Brandão, 2004), o modo de vida, como se registou nos ambientes fluviais.

³ “Terras Caídas” é um processo multicausal envolvendo fatores hidrodinâmico, hidrostático, neotectônico, fatores climáticos (chuva e vento), a composição do material das margens e ainda que em pequena escala fatores antrópicos (Carvalho, 2012).

Ciclo hidrológico e fatores condicionantes na dinâmica do Sistema fluvial Solimões-Amazonas

O clima atual da Região Amazônica é uma combinação de vários fatores, entre estes a sua posição geográfica que resulta uma forte disponibilidade de energia solar, situada na zona de baixas latitudes entre 5° N e 10° S (Salati e Marques, 1984; Ab'Saber, 2003).

Outro fator que contribui está associado a ascensão orográfica da umidade transportada pelos ventos alísios da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Nos Andes bolivianos, a topografia exerce uma forte influência sobre a pluviometria, incluindo aí os valores extremos de cerca de 6000 mm.ano⁻¹, ou seja, não existe período de seca (Fisch *et al.*, 1998; Filizola *et al.*, 2012).

Na Amazônia as condições climáticas e a proximidade com a linha do Equador conferem a essa região, estados atmosféricos com altos índices pluviométricos, que favorece ao estado do Amazonas ter duas sazonalidades bem definidas uma com chuvas mais frequentes e, outra de estiagem destas. Nessa região a precipitação média é de aproximadamente 2.300 mm/ano (Fisch *et al.*, 1998), sendo a mínima anual de 300 mm/ano⁻¹, observada nos vales dos Andes orientais da Bolívia e do Peru (Filizola *et al.*, 2002).

Na área costeira que abrange a Amazônia (no litoral do Pará ao Amapá), a precipitação é alta e sem período de seca definido, devido à influência das linhas de instabilidade que se formam ao longo da costa litorânea durante o período da tarde e que são impulsionadas pela brisa marítima.

Na porção Norte e Central da Amazônia a Sub-bacia hidrográfica (Sbh) rio Negro drena terrenos arenosos ao norte do estado do Amazonas e quase a totalidade do estado de Roraima através do rio Branco, essa Sbh tem uma função reguladora para o regime fluvial da Bh do rio Solimões-Amazonas.

Para Fisch *et al.* (1998), o máximo da chuva na área central da Amazônia, próximo de 5°S, pode estar associado com a penetração de sistemas frontais da Região Sul, interagindo e organizando a convecção local. Na parte brasileira da citada bacia hidrográfica (Bh), a distribuição sazonal das precipitações demonstra diferenças sensíveis entre o Norte e o Sul. Ao Norte do Equador (Bh do Rio Negro), o máximo pluviométrico é observado de maio a julho e ao Sul da Bh é de dezembro a março (Molinier *et al.*, 199).

Entre os aspectos limnológicos dessa bacia no escoamento superficial há baixa concentração de sedimentos e coloração escura com elevada acidez (pH ao redor de 4,0),

apresentando basicamente substâncias orgânicas dissolvidas; a água é do tipo transparente, possui a cor escura com elevada acidez, pH em torno de 4,0 (Pinto, 2013).

Análise de dados hidrológicos de um trecho médio do rio Solimões-Amazonas (municípios de Manacapuru-Iranduba-Careiro da Várzea)

As contribuições combinadas dos tributários meridionais e setentrionais, de regimes diferentes, associadas ao efeito regulador das zonas de inundação (Várzea), geram a jusante de Manaus, um hidrograma do rio Amazonas de pico único e espalhado de abril a julho (Molinier *et al.*, 1994. p. 32). Assim, na porção que compreende a área de estudo, curso médio do sistema fluvial Solimões-Amazonas, na parte ocidental e equatorial o regime sazonal das precipitações é caracterizado por uma distribuição bimodal, ou seja, com duas estações de chuva, uma de abril a junho e outra de agosto a novembro (Roche *et al.*, 1992; Johnson, 1976 apud Filizola *et al.*, 2002; Alves, 2013).

A localização e magnitude da região amazônica associadas aos aspectos climáticos e geológico-geomorfológicos são fatores ativos na distribuição de chuvas e nos regimes de cheias e vazantes fluviais, assim, as características hidrográficas obedecem a determinado regime, a exceto dos eventos extremos.

Com o intuito de contribuir com os estudos hidrográficos e no entendimento do comportamento do grande sistema fluvial do rio Amazonas, nesta pesquisa foram coletados e analisados dados hidrológicos referentes aos índices pluviais e fluviais.

Para se ter as médias das cotas de cheias e vazantes fluviais se toma os registros das estações fluviométricas como a do: curso fluvial inferior do rio Negro, nas proximidades da cidade de Manaus (AM). Exemplo do ano de 2020: as variações fluviométricas chegaram à máxima de 28,52 metros, em 19 de junho de 2020, com cota mínima de 16,81 metros, em 31 de outubro do mesmo ano, configurando uma diferença de 9,71 metros (Porto Hidroviário de Manaus).

Na estação fluviométrica localizada no município de Careiro da Várzea, a jusante da capital, as medidas das flutuações do nível da água onde ocorre a confluência entre o rio Negro e o rio Solimões-Amazonas, as máximas fluviais atingiram valores de 16,08 m em 26 de junho de 2020, e cota mínima de 10,36 m em 11 de setembro para o mesmo ano (CPRM, 2020), com uma variação de 5,72 m nas proximidades do município supracitado.

Para área de estudo tabulou-se registros no intervalo de vinte anos, que compreende o período de 2000 a 2020. Os referidos dados foram adquiridos remotamente nas estações dos

municípios de Manacapuru, Iranduba e Careiro da Várzea, disponibilizados pela Agência Nacional de Águas (ANA).

O comportamento plúvio-fluvial da área coberta por essas estações pode ser visualizado nos gráficos das cotas fluviais e das precipitações, entretanto, alguns anos das estações pluviométricas não apresentavam o registro completo dos dados, o que impossibilitou uma interpretação mais acurada.

A primeira estação analisada (Estação Beruri) corresponde aos registros do município de Manacapuru (AM) localizado no médio curso do rio Solimões (figura 35). Os dados desta Estação mostram que os menores índices correspondem aos anos de 2003, 2009 e 2016 (entretanto faltam registros desses anos, o que menos apresentou o registro foi o de 2009). Mas estudos de Silva e Noda (2016), apontou a influência do fenômeno El Niño para 2009 repercutindo na região do Baixo Amazonas, um ano recorde nas cheias dos rios amazônicos.

Os anos que apresentaram os mais altos índices pluviométricos foram os anos de 2014 e 2017, segundo as autoras em 2014, o total de 2.328 mm/ano de precipitações indica uma redução nesse índice quando comparado a 2013. Infere-se essa ocorrência devido à influência do fenômeno El Niño, contribuindo para maiores precipitações nas cabeceiras dos rios amazônicos e um aumento no índice fluviométrico por todo trajeto do rio Solimões/Amazonas (Silva e Noda, 2016).

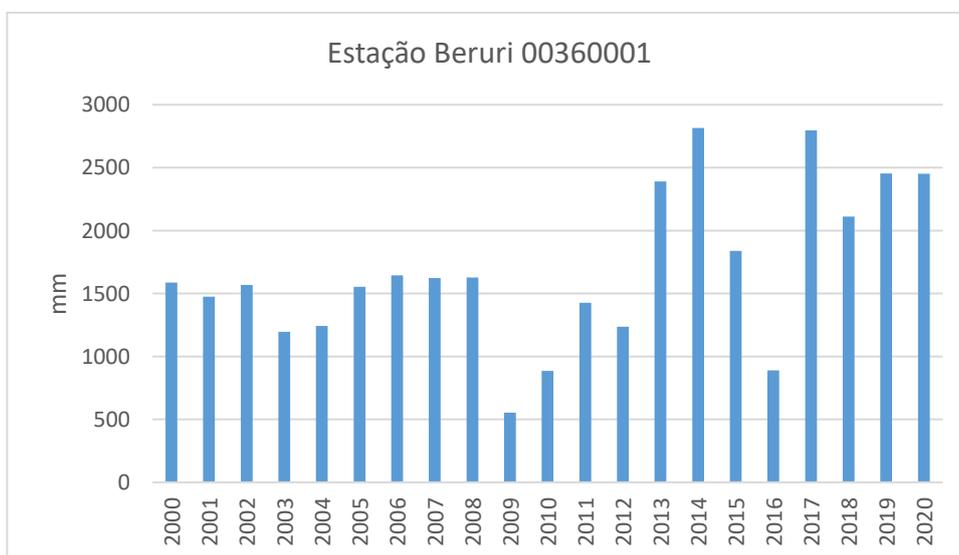


Figura 35: Gráfico das medidas pluviométricas no rio Solimões, Estação Beruri 00360001 no município de Manacapuru (AM). Dados obtidos no intervalo de 20 anos entre 2000-2020, cujos valores mostram o menor índice de precipitação no ano de 2003 e 2009, e o mais alto no ano de 2014. Fonte de dados: Agência Nacional de Águas (2020). Elaboração: a autora (2022).

Associado aos dados pluviiais foram inventariadas as cotas fluviais (figura 36) para a mesma escala temporal (2000 a 2020). A resposta indica os menores valores de cotas para o ano de 2005. Nesse ano foi registrado uma das maiores secas na bacia hidrográfica amazônica, tanto na porção brasileira como em países limítrofes. Serrão *et al* (2015) apontaram como uma das causas dessa seca histórica a ocorrência do fenômeno El Niño a partir de outubro de 2004.

Marengo *et al.*, (2011) concluíram que também houve a ocorrência do dipolo positivo no Atlântico tropical Norte em 2005, assim o “acoplamento” destes fenômenos atmosféricos trouxe como consequência a diminuição das precipitações na parte sul e oeste da bacia durante o período chuvoso de dezembro 2004 até março 2005. Nesse ano a baixa quantidade de chuvas gerou uma diminuição drástica das cotas fluviais, e trouxe consequências negativas de uma forma geral para toda população estado do Amazonas.

Níveis tão baixos de precipitação pluviométrica acarretados pela interação destes sistemas atmosféricos ocasionaram uma estiagem na bacia coletora a oeste (rio Solimões) influenciando diretamente no nível e na vazão fluvial do rio Amazonas. Esse déficit na recarga hídrica influenciou os níveis de cota e vazão fluviais dos rios ao sul na Amazônia, afetando diretamente o nível do rio Solimões (Serrão *et al.*, 2015).

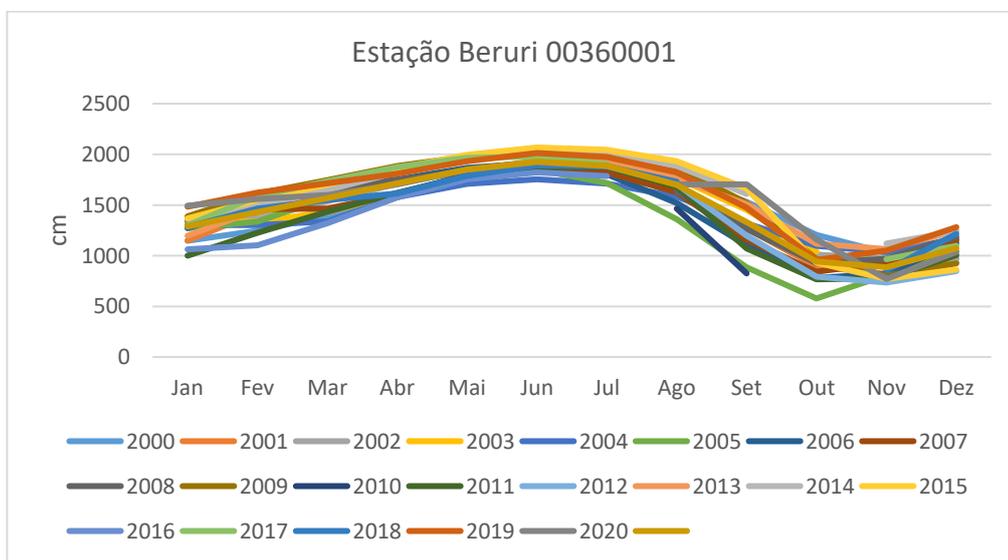


Figura 36: Gráfico das medidas fluviométricas no rio Solimões, Estação Beruri 141000000 no município de Manacapuru (AM). Dados obtidos no intervalo de 20 anos entre 2000-2020, cujos valores mostram as menores cotas fluviais nos anos de 2005, sendo os mais altos no ano de 2015. Fonte de dados: Agência Nacional de Águas (2020). Elaboração: a autora (2022).

A estação de monitoramento hidrológico com menos dados foi a Estação de Iranduba, localizada no município homônimo. Os referidos dados constam dos anos de 2014 a 2019, para

o ano de 2020 apenas há o registro do mês de janeiro. A ausência de dados dos anos de 2000 a 2013 e 2020 dificultou a análise do comportamento hidrológico do rio Solimões nas proximidades da confluência com o rio Negro, no município de Iranduba, único a receber o aporte de águas dos dois rios.

O gráfico pluviométrico (figura 37) mostra a máxima de chuvas no ano de 2017, e a menor precipitação para o ano de 2014, já o maior índice de cota fluvial foi registrado no ano de 2015 (figura 38), porém os dados referentes a esse ano estavam incompletos.

A descontinuidade dos dados da estação de Iranduba compromete a análise, por exemplo, no ano de 2014 houve uma grande cheia fluvial inundando a orla da cidade de Manaus, nas margens do rio Negro, cujas águas são represadas pelo sistema fluvial Solimões-Amazonas influenciando no aumento do nível da água. Os dados fluviométricos mostram esse aumento do nível da água, mas da estação do Iranduba não foi possível essa verificação.

Segundo relatório produzido pelo CPRM (2014) a cheia fluvial do rio Negro em 2014 foi a 5ª cheia em ordem decrescente de grandeza, desde setembro de 1902. O documento atribui as cheias que ocorrem na orla de Manaus e seu entorno, em sua grande maioria, às contribuições do Rio Solimões e dos seus afluentes da margem direita e em menor grau, aos tributários da margem esquerda. São cheias que apresentam um longo tempo de percurso, devido à dimensão do tamanho da bacia hidrográfica e a pequena declividade observada nos leitos dos seus principais corpos d'águas.

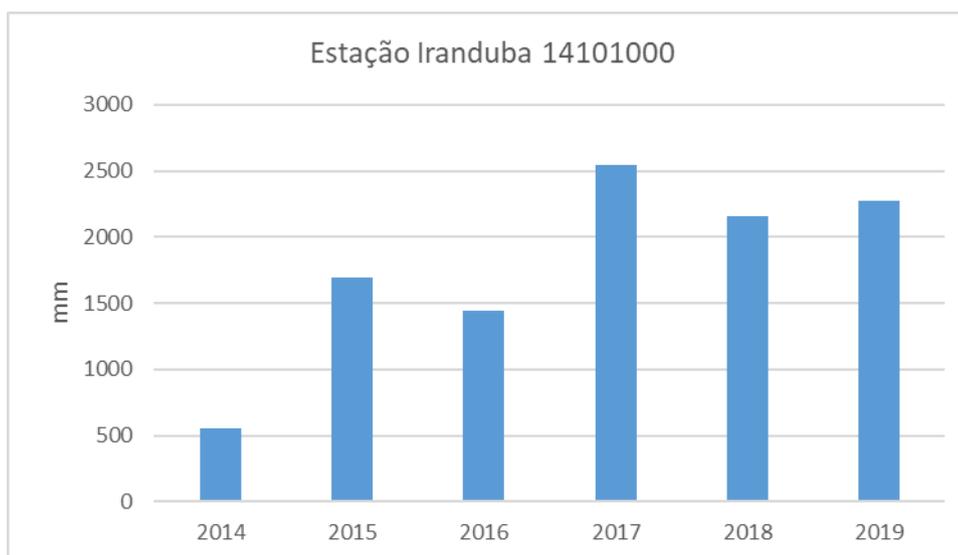


Figura 37: Gráfico das medidas pluviométricas no rio Solimões, Estação Iranduba 14101000 no município de Iranduba (AM). Dados obtidos no intervalo de 06 anos entre 2000-2020, mostram o menor índice de chuva no ano 2014 (entretanto esse ano só foram obtidos os dados de três meses, outubro, novembro e dezembro) e o mais alto no ano de 2017. Fonte de dados: Agência Nacional de Águas (2020). Elaboração: a autora (2022).

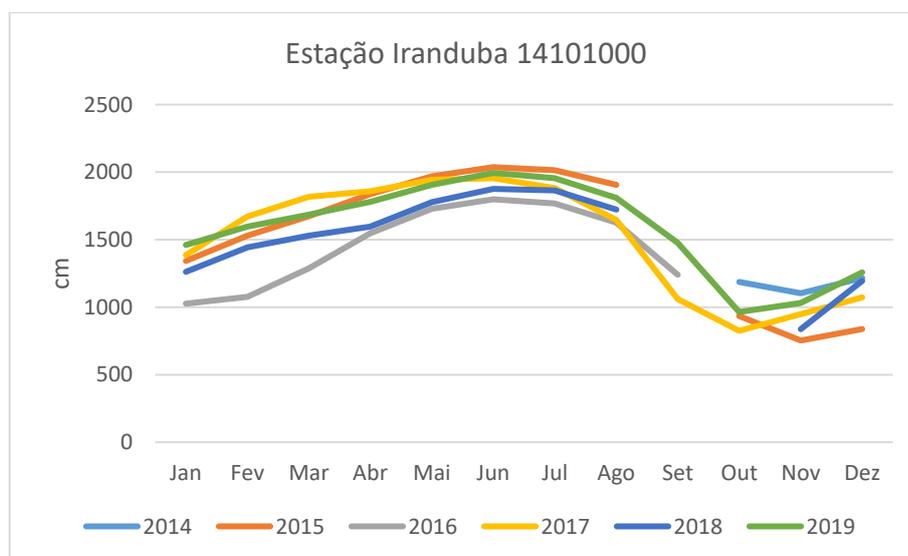


Figura 38: Gráfico das medidas fluviométricas no rio Solimões, Estação Iranduba 14101000 no município de Iranduba (AM). Dados obtidos no intervalo de 06 anos entre 2000-2020, cujos valores mostram a menor cota fluvial para o mês de novembro no ano de 2015, e o valor mais alto para o mesmo ano. Ressaltando ainda a inexistência de dados de alguns meses dos anos de 2014 a 2019. Fonte de dados: Agência Nacional de Águas (2020). Elaboração: a autora (2022).

A estação pluviométrica Careiro da Várzea (município de Careiro da Várzea) apresentou para o ano de 2015 a maior cota fluvial. De acordo com o Boletim meteorológico do SGB (2015) os valores pluviométricos estão associados à atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que durante o mês de junho mostrou os valores máximos de chuva (acima de 150 mm/mês) concentrados na porção norte, incluindo o centro, norte e noroeste do Amazonas, Roraima, norte do Pará, Amapá e noroeste do Maranhão.

O menor nível da água foi observado em 2005, assim como os dados apresentados pela estação Beruri localizada no município de Manacapuru a montante da estação do Careiro que mostram a cheia excepcional do rio Solimões-Amazonas naquele ano, de montante para jusante.

Essa estação apresenta os valores mais altos do registro pluviométrico para o ano de 2014 (figura 39) corroborando os dados fluviométricos da estação do Porto de Manaus que resultou na cheia histórica do sistema fluvial Negro/Solimões/Amazonas.

Os dados da estação Careiro da Várzea apresentam quase a totalidade dos dados, entretanto a ausência de alguns dificultaram a análise mais precisa, a exemplo, o índice mais baixo de precipitação ocorreu no ano de 2010, entretanto para esse ano faltaram os registros referente a 6 meses, e para segunda menor cota fluvial identificada no ano de 2016, também há ausência de 4 meses de registros (figura 40).

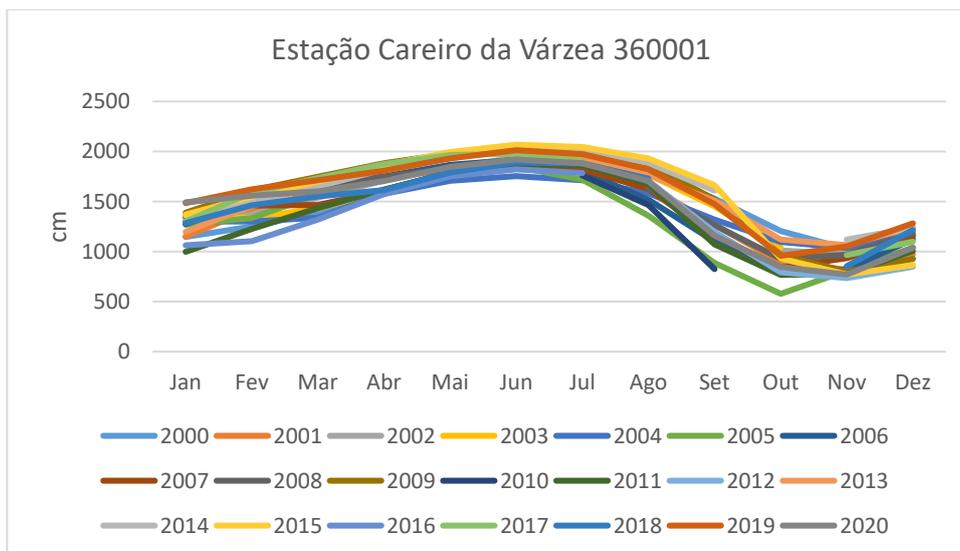


Figura 39: Gráfico das medidas fluviométricas no rio Solimões, Estação Careiro da Várzea 360001 no município de Careiro da Várzea (AM). Dados obtidos entre 2000-2020, cujos valores mostram a menor cota fluvial para o ano de 2005, e o mais alto no ano de 2015. Fonte de dados: Agência Nacional de Águas (2020). Elaboração: a autora (2022).

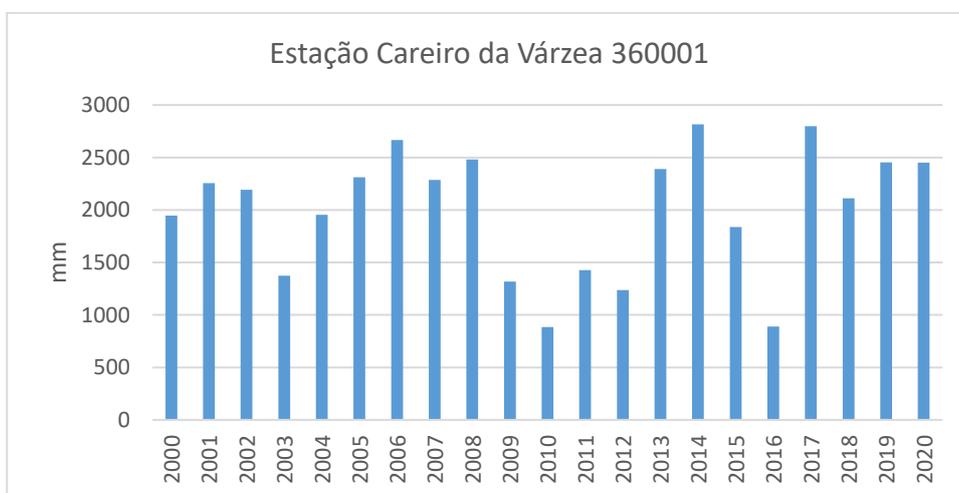


Figura 40: Gráfico das medidas pluviométricas no rio Solimões, Estação Careiro da Várzea 360001 no município de Careiro da Várzea (AM). Dados obtidos no intervalo de entre 2000 - 2020, mostram o menor índice de chuva no ano 2010 e os mais altos no ano de 2014. Fonte de dados: Agência Nacional de Águas (2020). Elaboração: a autora (2022).

Eventos climáticos e as consequências para a sociedade varzeana

Na Várzea essas relações entre o homem e a dinâmica da água são mais fortemente sentidas, certamente pela sazonalidade do período subida e descida das águas, que nesse período obrigada moradores, por vezes, a transferir suas atividades laborais para Terra Firme, assim

como, a sua própria mudança temporária para essas áreas mais elevadas a salvo das inundações, principalmente se ocorrem as cheias fluviais extremas.

Nesse trecho, a dinâmica das águas plúvio-fluviais dirige as relações entre homem e meio, condicionado as formas de uso da terra e da água, dos canais fluviais, e das produções agrícolas e escolares estabelecendo um calendário sazonal.

Nesse sentido apresenta-se a dinâmica plúvio-fluvial e suas consequências para a sociedade varzeana em decorrência de eventos climáticos ocorridos no período de 20 anos, analisados com base nos dados dos gráficos do item anterior.

Os gráficos gerados com base na estação Beruri localizada em Manacapuru, a montante da área de estudo, no rio Solimões permitiu identificar o comportamento do rio nesse trecho e a relação com as condições climáticas. No ano de 2005 a baixa quantidade de chuvas gerou uma diminuição drástica das cotas fluviais, e trouxe consequências negativas de uma forma geral para toda população estado do Amazonas, especificamente neste trecho, o município de Manacapuru.

O registro dos meios de comunicação e a pesquisa bibliográfica mostrou que um dos primeiros impedimentos que a dinâmica hidrológica daquele ano impôs, foi a inacessibilidade a outras localidades, dadas as características amazônicas, onde o principal meio de deslocamento são os transportes fluviais, desde as pequenas embarcações (canoas de remo e canoas de motor-rabeta) as maiores como as voadeiras, lanchas, balsas e navios.

Sternberg (1998) apresenta com assertividade essa característica regional ao trazer a analogia acerca das “estradas” amazônicas, segundo o autor a canoa desempenha para o varzeano da Amazônia, o papel do cavalo ou do jegue, para o sertanejo de outras terras.

Quando a vazante é grande, associa-se a inacessibilidade entre as Comunidades alocadas nas faixas justafluviais dos rios aos caminhos naturais produzidos pela fluvialidade-atraves de furos, paranás e lagos. Outra problemática derivada do baixo nível da água é a escassez da oferta de alimentos, principalmente o peixe que é a base do regime alimentar da sociedade varzeanas, em especial nos rios de águas brancas, reconhecidos pela alta piscosidade. A redução da disponibilidade de outros alimentos também causa prejuízo ao regime alimentar das famílias varzeanas, sejam eles oriundos de plantios e/ou condimentados.

Aqueles produtos que necessitam de transporte fluvial se tornam encarecidos durante a vazante, fato que se deve as maiores distancias a serem percorridas em decorrência de fechamentos de canais fluviais, antes alimentados pelas águas, agora secos com a estiagem, ou ainda pelo total isolamento de comunidades em eventos extremos.

Em 2010 também foi registrada uma das maiores vazantes da bacia hidrográfica amazônica, os níveis e a vazão de muitos rios da região estavam em seus valores mais baixos, o que combinado com condições de ar mais seco causou fortes impactos na população, como a mobilidade devido à secagem de lagos de várzea, aumentando a mortalidade de peixes devido à hipóxia (Marengo *et al.*, 2011).

Esse cenário propiciado pela dinâmica fluvial do rio Solimões-Amazonas assolou o município de Manacapuru e outras localidades do estado do Amazonas, obtidas na ocasião pelo informativo digital da *Universo Online (UOL)*, onde famílias inteiras tiveram que criar estratégias a fim de se adaptar as novas configurações da paisagem (figura 41). A seguir o trecho de uma reportagem que evidencia as estratégias ribeirinhas:

“A nossa casa fica na beira de um igarapé. Como o rio secou, não tínhamos mais como sair da casa de barco. Tivemos que nos mudar pra ficar mais perto do beiradão”, diz. Para conseguir água potável, André tem de viajar uma hora e meia em uma canoa de madeira movida a um pequeno motor conhecido como “rabeta”. “A água que a gente tem lá perto não é boa pra beber. Temos que ir a outra comunidade pra conseguir água de uma mina”. (Entrevista a UOL. 02 de novembro de 2010).



Figura 41: Vazante fluvial do Paraná do Curarizinho. Devido à baixa quantidade de água no leito o barqueiro precisa empurrar a rabeta que não consegue passar em alguns trechos. A segunda imagem mostra o Paraná completamente seco durante a estiagem do ano de 2023. Fonte: Carla Cecília da Silva, 2023.

Os autores Marengo *et al.*, (2011); Serrão *et al.*, (2015), e Silva e Noda (2016) apontam outro fator que é agravado durante a estação seca, o aumento de queimadas, esses episódios causam prejuízos sociais, principalmente para a saúde, e se constituem em grande risco ecológico para os sistemas naturais.

As queimadas, entretanto, não são restritas aos eventos de El Niño, mas são intensificadas com essa anomalia climática, pelo aumento do ar seco, temperaturas mais elevadas, e da diminuição das condições propícias a precipitação e umidade atmosférica. A duração da estação seca, a magnitude da estação chuvosa e o balanço hídrico regional também podem afetar o teor de umidade do solo, o deixando mais propício a ocorrência de incêndios (Serrão *et al.*, 2015).

Em 2005, 2010 e 2016 foram registradas secas históricas, associadas a variabilidade dos eventos e anomalias climáticas e o alto índice de desmatamento intensificaram nesses anos um maior número de queimadas (Lopes *et al.*, 2021; Marengo *et al.*, 2011).

No cenário oposto ao município de Manacapuru analisado em períodos de vazantes, o destaque para o município de Iranduba se dá em período de cheia fluvial. Anjos e Albuquerque (2019) discorrem sobre o acesso geográfico ao serviço de saúde nos municípios de Manaquiri, Careiro da Várzea e Iranduba em relação a dinâmica fluvial.

Segundo as autoras, em período de cheia fluvial o deslocamento da população da Ilha da Paciência (Iranduba) é facilitado. Nesse período, os meios de transporte fluviais chegam à população com menor tempo já que a distância é diminuída, devido à inundação dos lagos da ilha, encurtando os trajetos, reduzindo o tempo e as distâncias entre a população da ilha e a sede da cidade do Iranduba (Anjos e Albuquerque, 2019. p. 4).

O município de Careiro da Várzea se encontrado assentado em grande parte em área de Várzea, cuja sede urbana está localizada no paraná do Careiro, cerca de 20 km do Encontro dos rios Negro e Solimões-Amazonas. Sternberg (1998) em estudos na região do Careiro da Várzea, elegeu a cheia anual do rio como o mais importante fenômeno da natureza, propiciador para o uso e ocupação da terra, a partir dos diferentes níveis de aproveitamento registrados.

Quanto a dinâmica fluvial na região Careirense e em outras municipalidades alocados nas bordas fluviais dos rios de águas brancas amazônicas, quando as cheias anuais ultrapassam as maiores cristas de restingas (Félix *et al.*, 2014) incidem sobre o modo de vida ribeirinho.

O sistema produtivo é afetado pela cheia fluvial, e para manter o suficiente para o sustento familiar as sociedades varzeanas promovem estratégias, como: canteiros suspensos sobre estacas para as atividades de cultivo; sobrepõe ao piso da residência outro assoalho mais

altos; as pequenas criações ficam sobre marombas flutuantes ou marombas de aterros; os jardins são elevados nas paredes ou varandas da residência, e em último recurso ocorre a transferência para os terraços fluviais ou para a Terra Firme.

O conhecimento do comportamento fluvial permite a manutenção dos sistemas produtivos até que as águas retornem ao seu nível de base. Pachêco (2014) afirma que há períodos de trabalho que poderão ser curtos ou longos de acordo com a cota de água incerta que os rios obterão em seu regime fluvial. A cota da água também indica os tipos de plantio de acordo com os períodos de vazantes e cheias fluviais.

Carvalho *et al.*, (2018) destaca os tipos de plantios apropriados aos solos de Várzea e a sazonalidade dos rios, assim, em período de cheias do rio as plantações são perenes, e destacam-se as seringueiras e as árvores frutíferas, que suportam a inundação, ao contrário, na vazante fluvial, os cultivos são de ciclos curtos, como a macaxeira e algumas hortaliças.

O gênero de vida que se apresenta na paisagem da área de estudo

O modo de vida que se perpetua as margens do médio curso do rio Amazonas. Nesse trecho que é comum a outras faixas de planície aluvial deste rio, as relações que envolvem o uso e a apropriação da terra e da água assumem caráter singular dada a dinâmica plúvio-fluvial da região.

Essa dinâmica não está dissociada do todo sistêmico ao qual a sociedade constitui uma parte integrante e interativa, sua conexão aos componentes do sistema é continuada, especificada neste estudo nos sistemas fluviais, no uso e apropriação da terra e nos outros elementos dispostos na paisagem que compõem a geodiversidade do médio rio Amazonas.

A apropriação do relevo na área de estudo se apresenta nas Terra Firmes e nas Várzea, e embora, este estudo tenha evidenciado as relações de uso e ocupação das áreas de Várzea, a ocupação da Terra Firme também demonstra uma estreita relação com a água.

No mapeamento de uso e ocupação da terra (mapa 11) foi possível a identificação dessa distribuição espacial construída a partir das relações que se estabelecem entre sistemas naturais e a sociedade, a exemplo da proximidade dos cursos d'água que possuem inúmeras finalidades, como deslocamento e acesso a outras localidades e escoamento de produção.

Os dados do TerraClass (2022) utilizados para a classificação de uso e ocupação da terra apresenta os tipos de utilização das unidades geomorfológicas, onde a predominância do tipo

de cobertura da terra é a de vegetação, primária e secundária, seguida da classificação “Natural não florestal”.

A classe Natural não florestal é definida pelo TerraClass como “Áreas contidas nos limites da Amazônia, cuja cobertura vegetal não é floresta”, essa concepção, entretanto se mostra ampla dada a dimensão de paisagens da Amazônia.

O trabalho de mapeamento e de campo identificou essas áreas com presença de vegetação apresentando diferença na coloração de verde mais escuro a claro, e topograficamente plana. Essa vegetação é utilizada principalmente para alimentação do gado, assim em locais onde ocorrem mais intensamente a pastagem desses animais o capim fica muito baixo resultando nessa distinção de cor.

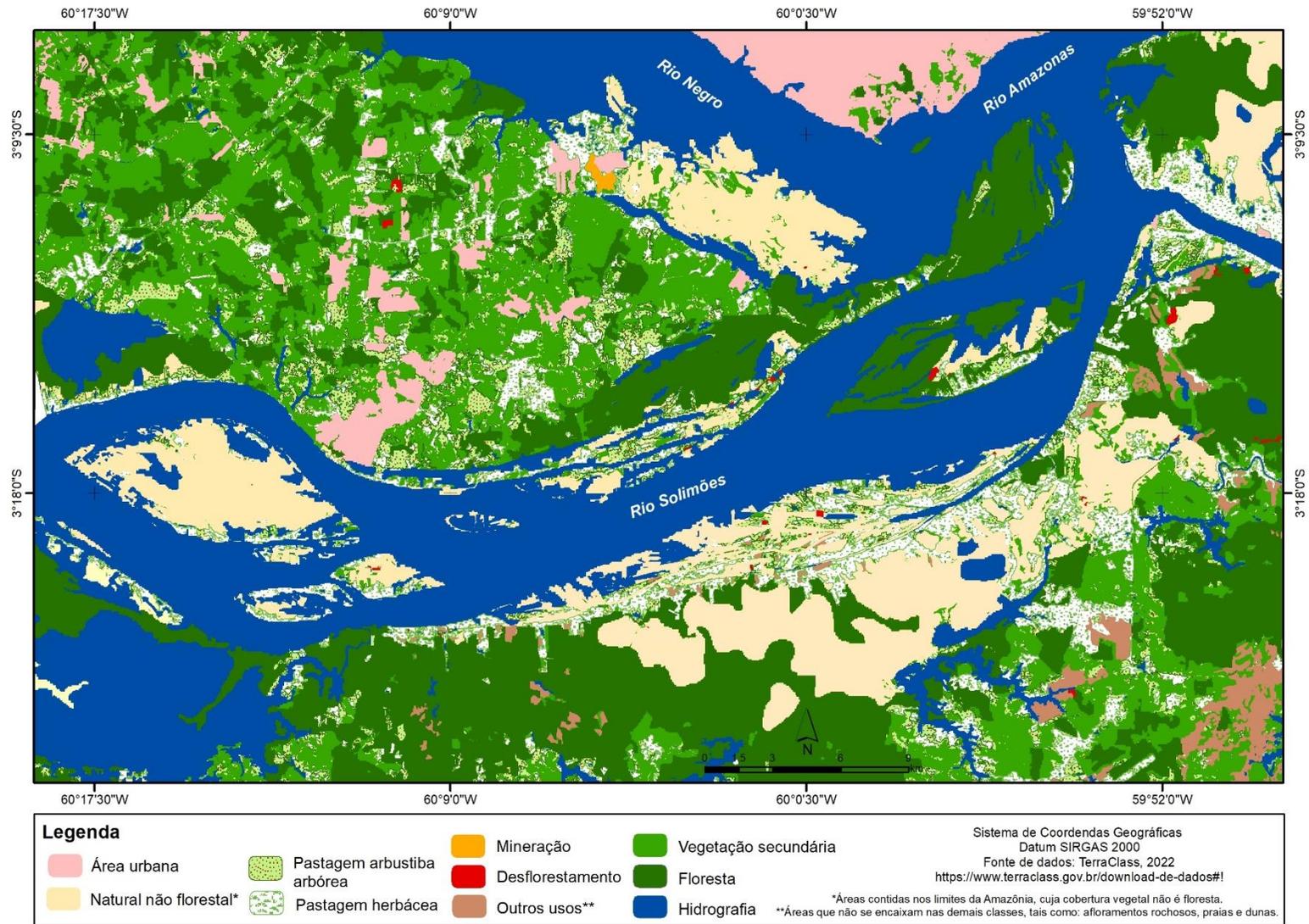
De forma geral essa classe compreende os depósitos de canal, barras de sedimentos e ilhas fluviais e outras áreas que correspondem a planície de inundação do sistema fluvial Solimões-Amazonas, com exceção do Distrito do Cacau Pirêra, que está localizado na margem direita do rio Negro, mas recebe a influência hidrológica do rio Amazonas.

A cartografia ainda apresenta o uso da terra para pasto subdividida nas classes de pastagem arbustiva arbórea e pastagem herbácea, sendo essa configuração da paisagem concentrada na várzea da margem direita do rio Solimões-Amazonas que se estende do Curari Grande até a Ilha do Careiro da Várzea. Na Terra Firme ambas as classes estão no Platô que corresponde ao município de Iranduba, intercortada por vegetação secundária.

A classe de área urbana estabelece seus limites na cidade de Manaus, na margem esquerda do rio Negro, em alguns polígonos que correspondem a projetos residenciais e a sede do município de Iranduba (as margens do rio Solimões-Amazonas).

A classe identificada como “desflorestamento” foi mapeada em pequenas manchas vermelhas na área de estudo, e a “mineração” referente a extração de material para as olarias, concentrada entre o Platô e a Planície de inundação do rio Negro, no Distrito do Cacau Pirêra, município de Iranduba.

A classe “outros usos” é definida pelo TerraClass como “Áreas que não se encaixam nas demais classes, tais como: afloramentos rochosos, praias e dunas”, essas poligonais foram cartografadas na margem direita do rio Solimões-Amazonas de cor marrom claro, e referem-se a áreas topograficamente mais elevadas que a planície ativa (cerca de 50 a 75m) com a presença de comunidades como a Anveres, e de manchas de áreas abertas não naturais em tom marrom-terra e com presença de gramíneas.



Mapa 11: Cartografia de uso e ocupação da terra na área de estudo. O mapa foi construído a partir dados do TerraClass (2022) e de trabalhos de campo no período de 2020 a 2022 e mostra a predominância de vegetação primária e secundária. Elaboração: a autora (2023).

O mapeamento geomorfológico apresentado do capítulo II distingue as unidades do relevo, sendo as duas predominantes, a Unidade de Terra Firme (Platô) e a Várzea (Planície de Inundação). A ocupação dessas unidades ocorre de forma distinta, cujo principal fator de diferenciação é o nível das águas fluviais.

Na área de estudo, a unidade de platô sustenta a cidade de Manaus na margem esquerda do rio Negro, na margem direita do mesmo rio, o município de Iranduba, e nos limites sudoeste para leste desse município onde percorre o rio Solimões-Amazonas estão localizadas as várzeas.

A maior parte da cidade de Iranduba que consta na área de estudo é ambientado em área de Terra Firme, banhado pelas águas do rio Negro, onde as atividades econômicas são baseadas principalmente na produção agrícola e na exploração da argila utilizadas nas olarias (figura xx).

Essa atividade imprime na paisagem suas cicatrizes, com a retirada da vegetação e da matéria-prima, localizadas (em sua maioria) às margens da rodovia Manoel Urbano - AM 070 e do rio Negro, a fim de facilitar o escoamento da produção, e abastecimento do maior mercado consumidor, a capital Manaus. Assim, a relação entre o município de Iranduba e da capital é dada expressivamente pela construção civil, com o fornecimento de telhas e tijolos, e pela produção e comercialização de frutas e verduras (Sousa, 2013).

Outra atividade humana que imprime o resultado de suas ações na paisagem são as práticas danosas aos sistemas naturais (figura 42), nos últimos anos após a construção da Ponte Phelippe Daou (conhecida popularmente como ponte Rio Negro) e a duplicação da rodovia AM 070 intensificou-se com a intensa especulação imobiliária, a construção de lotes, conjuntos habitacionais, e até mesmo o registro de invasões. Essas situações geraram inclusive denúncias no Ministério Público de Contas, como mostra a Representação (Apuratória) N. 22/2022-MPC-RMAM, segundo a qual

Este órgão ministerial tomou conhecimento, por meio de denúncia, no sentido de possíveis danos ambientais causados ao Município de Iranduba, em decorrência da construção de empreendimentos imobiliários e outras obras de construção civil, sem a devida sustentabilidade ambiental, uma vez que as atividades estariam provocando desmatamento ilegal, supressão da vegetação e outros danos ambientais e sem licença e fiscalização efetuada pelo Órgão Ambiental competente, o IPAAM.
<https://mpc.am.gov.br/wp-content/uploads/2022/06/REPRESENTACAO-APURATORIA-N.-22-2022-MPC-RMAM.pdf>



Figura 42: Uso dos componentes associados ao curso fluvial que compõem a paisagem nesse trecho (município de Iranduba, rio Negro). a) Olaria no Distrito de Cacau Pirêra ocupando a planície de inundação do rio Negro, na imagem observa-se a área ainda alagada resultante da cheia fluvial desse ano. Coordenadas: 03° 10' 14,4" S 60° 05' 00,7" O. b) No mesmo período deu-se início a um processo de aterramento no rio Negro na área localizada as margens da Rodovia AM 070, após a Ponte Phelippe Daou (rio Negro) no sentido Iranduba-Manacapuru, segundo relato de um comerciante próximo, o objetivo seria a construção de um porto, mas como mostra a placa a obra foi embargada pela prefeitura de Iranduba. Coordenadas: 03° 09' 31,65" S 60° 05' 17,95" O. Cota fluvial: 2896 cm (rio Negro) e 1979 cm (rio Solimões) (dados do Serviço Geológico do Brasil, CPRM). Data: 30 de julho de 2021. Fonte: a autora, 2021.

A porção noroeste da área de estudo que corresponde ao município de Iranduba também é conhecida pelos seus atrativos naturais concernentes a água, são comuns os “banhos” (figura 43) área balneáveis⁴ localizados as margens do rio Negro. Essa prática cultural de lazer parte da beleza cênica do rio Negro e de suas águas classificadas como transparentes, além da

⁴ De modo mais convencional, denomina-se espaços balneários espaços em que seu uso é destinado a função primordial: o lazer, a diversão e tendo como decorrência o ato de tomar banho, afinal, banhar é relativo a banho, sendo o balneário um espaço, uma estação de banho que pode ser no mar, termas, lagos ou rios! Assim, os balneários apresentarão características únicas onde quer que eles existam, pois há, em sua criação, em sua origem e estabelecimento, a marca fundamental de um dado natural: a água (Nogueira, 2021).

temperatura agradável e a formação de longas praias compostas por depósitos arenosos que emergem durante a vazante fluvial.



Figura 43: Depósitos arenosos que formam as praias na planície de inundação do rio Negro. As imagens foram registradas no período de vazante fluvial em agosto de 2021, compondo algumas das diversas áreas balneárias ao longo das margens do rio Negro. Cota fluvial: 2370 cm (município de Manaus) (dados do Serviço Geológico do Brasil, CPRM). Data: 24 de setembro de 2021. Coordenadas: 03° 05' 50" S 60° 20' 34" O. Fonte: a autora, 2021.

A maioria dos solos de Terra Firme nas proximidades do rio Negro e nas áreas de praia (Neossolos Quartzarenicos) apresentam basicamente substâncias orgânicas dissolvidas (Teixeira *et al.*, 2009). Na porção mais elevada, acima da planície de inundação com cotas que variam entre de 70 a 90 metros de altura estão as áreas de Terra Firme.

Nessa unidade geomorfológica há predomínio de vegetação de Terra Firme e o padrão de drenagem dentrítico a sub-dentrítico drenada pelos afluentes do rio Negro, composta por inúmeros igarapés, furos, rias fluviais e lagos que formam uma paisagem, que entre outros usos também são utilizadas como balneários.

São corriqueiras a presença de estruturas em madeira chamadas de flutuantes com finalidade de oferecer suporte ao lazer do banho de rio, a escolha desse tipo de construção significa dizer que as águas são profundas e na vazante fluvial não surgirão as praias, a não ser naquelas vazantes excepcionais.

Nessa paisagem drenada pelos afluentes do rio Negro destacam-se o uso dos igarapés, que muitas vezes são represados para aumentar o volume de água, onde são realizadas obras de infraestruturas e até mesmo a integração de área de banho, viveiros e atividade esportiva de pescaria para atrair mais banhistas. Nogueira (2021) afirma que o destaque a esses sistemas

fluviais ocorre porque estes carregam menos sedimentos que os grandes rios e dão mais segurança aos banhistas por serem mais estreitos e em geral com pouca correnteza.

Na porção sudeste do município de Iranduba, está localizada sua sede que é banhada pelo rio Solimões, assim o município é a única a participar da dinâmica fluvial de dois grandes rios da bacia hidrográfica amazônica, o rio Negro e o rio Solimões.

Nessa sede, localizada em ambiente de platô (Terra Firme), estão as instituições que oferecem serviços públicos, como o cartório e a prefeitura também estão concentradas as instalações de comércio e serviços, inclusive de lazer como a praça da cidade e um mirante.

É importante ressaltar a disposição do uso e ocupação da terra nesse trecho, que mostra a dualidade homem e meio representada nos assentamentos humanos, com a concentração das instalações e suas funções a salvo das inundações periódica. Nas áreas de várzea, sujeitas as inundações do rio Solimões-Amazonas estão localizados o porto fluvial da cidade, e um pequeno porto improvisado (figura 44) que atende a chegada e saída de embarcações menores de onde saímos para percorrer a área de estudo.



Figura 44: Portos fluviais. Flutuante em madeira onde pequenas embarcações atracam para fazer diversos trajetos, ao fundo da imagem, em estrutura de metal, o porto fluvial oficial do município de Iranduba, no rio Solimões-Amazonas. Cota fluvial 1888 cm (município de Manacapuru) (dados do Serviço Geológico do Brasil, CPRM). Data: 28 de maio de 2023. Coordenadas: 03° 07' 35,5" S 60 00' 57,2" O.

A outra porção da área de estudo corresponde as áreas de Várzea produzidas pelo rio Solimões-Amazonas, ambientada entre o município de Iranduba e o Careiro da Várzea no médio rio Amazonas. Na área foi constada a predominância dos processos de deposição, que dependendo do estágio de consolidação são utilizados principalmente para plantios.

A análise das imagens de satélite (realizada num período de 20 anos) combinado aos trabalhos de campo permitiu inferir que a deposição de sedimentos resultou no acréscimo das unidades do relevo, se consolidando nesse período e elaborando uma forma semelhante a “leque de restinga” descrita por Sternberg (1998) na área da Costa do Curari (Careiro da Várzea).

Esse aumento da deposição em forma de ilhas e barras laterais e centrais é verificada nas duas margens do rio Solimões-Amazonas, evidenciando o predomínio da redução da velocidade como um fator favorável a deposição de materiais, a existência dos lineamentos que causam impedimento a erosão, e o ajustamento dos materiais fixados no leito e nas margens fluviais, após a colonização da vegetação confirmando o descrito na literatura.

Segundo Alves (2018) as declividades da linha de energia entre as estações de Manacapuru e Careiro no rio Amazonas, apresenta variações resultantes, principalmente, do efeito de armazenamento das águas na planície de inundação, indicando redução da velocidade das águas ao se deslocarem do centro para planície, facilitando o processo de deposição.

Essa deposição e fixação de sedimentos favorece a apropriação da terra, que é efetivada a medida em que as unidades do relevo são formadas na planície de inundação e estão estabilizadas para o uso e a ocupação, que vem ocorrendo nas comunidades da área de estudo.

Na Ilha da Paciência, localizada a montante da área de estudo o presidente da associação da Comunidade Nossa Senhora de Fátima relatou o modo de apropriação da Ilha, onde seus moradores se fixaram na terra sem nenhuma formalidade documental, que posteriormente foi subdividida conforme os descendentes dos primeiros moradores formaram suas próprias famílias, e mais tarde foram repassadas a pessoas de outras localidades através da venda dos lotes.

No ano de 1985 o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), iniciou o trabalho de registro dos loteamentos das terras ali localizadas (figura 45a), o mesmo aconteceu na Costa do Curari, comunidade a jusante da Ilha da Paciência, no rio Solimões-Amazonas. Nesse ensejo também houve a concessão no modo Uso Sustentável, segundo qual o documento indica, autorização de uso para desenvolvimento de atividades agroextrativistas de forma sustentável como mostra o documento expedido pela Superintendência do Patrimônio da União do estado do Amazonas (figura 45b).

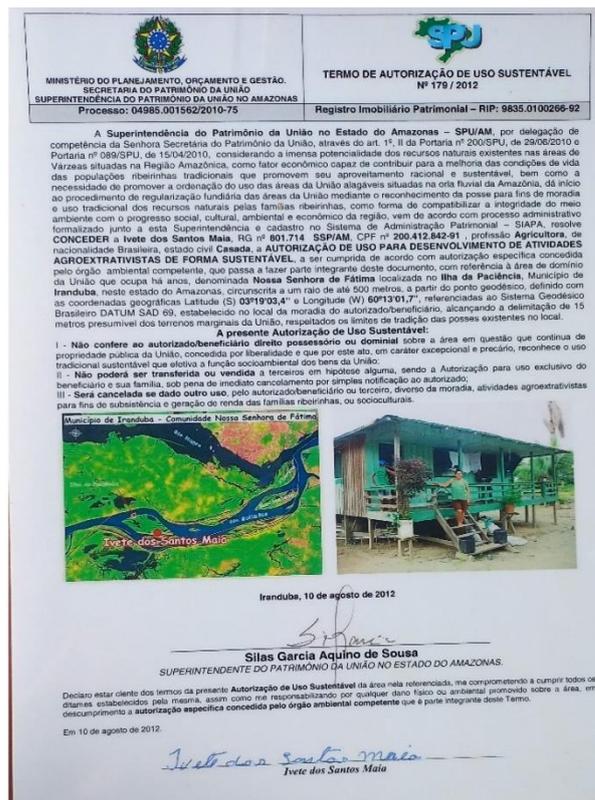
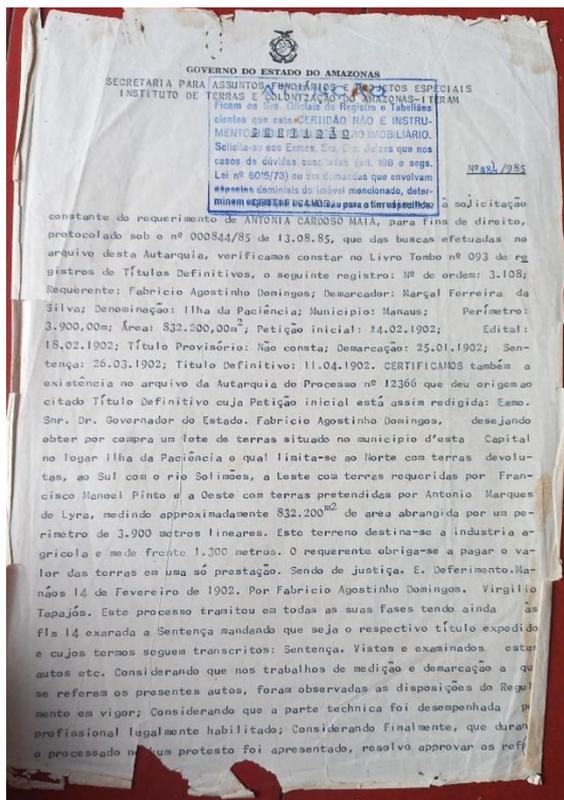


Figura 45: Documentos que mostram o uso e a apropriação da terra na Ilha da Paciência. a) Título definitivo expedido pelo Incra (1985) a dona Antonia Maia, mãe do presidente da Associação da Ilha da Paciência Sr. Manoel Maia. b) Concessão da terra na Comunidade Nossa Senhora de Fátima na modalidade Uso Sustentável a Ivete Maia, irmã de seu Manoel Maia.

Na Ilha da Paciência e Jacurutu, são desenvolvidos trabalhos referentes ao uso sustentável do complexo de lagos dessas ilhas, realizados através de um Plano de manejo idealizado em 2007 e implementado em 2011, e por um Acordo de Pesca (Errata da Portaria SEMA N.º 150, de 27 de dezembro de 2022, publicada no DOE nº 34.892, edição do dia 27 de dezembro de 2022 em Poder Executivo - Seção II, pág. 11 e 12). Posteriormente, devido algumas alterações nesse Acordo (Instrução Normativa N.º de 11 de janeiro de 2023) ficou estabelecido o manejo dos ambientes aquáticos do Complexo de lagos das Ilhas da Paciência e Jacurutu, localizadas no município de Iranduba (AM).

Esse acordo estabelece as regras, a comissão fiscalizadora representativas das Comunidades ribeirinhas, órgãos estaduais e federais e como instituição de ensino e pesquisa, a UFAM, assim como, a área de preservação, a área de subsistência, a área de pesca comercial entre outros dispositivos de uso e conservação dos recursos pesqueiros. Os outros lagos existentes na área do Acordo, não citados na portaria, são considerados áreas de subsistência, sendo a pesca permitida apenas para alimentação comunitária.

O Acordo de Pesca, segundo Sr. Manoel, (figura 46), a princípio beneficiou muito as comunidades que se comprometeram a seguir as regras de manejo, mas a medida em que esses moradores foram embora das ilhas, por motivos diversos, e outras pessoas ocuparam os lotes, tanto a associação que seu Manoel preside, quanto o Acordo começaram a enfrentar problemas, principalmente em termos de fiscalização.

Esses problemas consistem em sua maioria na pesca indevida do Pirarucu (*Arapaima gigas*), em termos de períodos destinados a reprodução, da retirada de peixes em lagos denominados berçários, destinados a desova, e a tamanhos não apropriados para a pesca. O presidente afirmou ser inclusive ameaçado, por tentar impedir a retirada desse pescado em lagos e períodos impróprios.

Para os comunitários que ainda seguem o Acordo é destinada a pesca dentro das normas uma vez ao ano, no mês de novembro, que dependerá da contagem do pirarucu e posterior distribuição nas comunidades, sendo o excedente destinado a venda numa espécie de “festividade” que ocorre na sede do município de Iranduba.

Devido à baixa contagem da quantidade de pirarucu (*Arapaima gigas*) no ano de 2022 não foi possível a realização da pesca, no ano de 2021 por ocasião da pandemia não houve a venda dos peixes na feira de Iranduba, e para o ano de 2023 esperava-se a realização das atividades voltadas a pescaria nos lagos das ilhas.

Assim, as comunidades buscam ajuda nos órgãos competentes para auxiliar nos trabalhos de fiscalização e controle dos lagos possibilitando o fortalecimento do plano de manejo, a manutenção dos sistemas aquáticos e a continuação de pesquisas científicas. Não dependendo apenas das atividades voltadas a pesca, os moradores das comunidades também continuam a realizar as suas atividades agrícolas e pecuárias.



Figura 46: Senhor Manoel Maia, presidente da Associação de Moradores da Ilha da Paciência. Fonte: Gézica Prado, 2023.

Essas atividades constituem outro modo de uso e ocupação da terra, e seu desenvolvimento segue o conhecimento das comunidades acerca dos sistemas naturais e suas temporalidades e espacialidades, obedecendo a dinâmica das águas.

Os períodos de cheias e vazantes fluviais são conhecidos e esperados tanto pelas comunidades de Terra Firme como pelos ribeirinhos ocupantes das margens dos rios, mas quando ocorrem os eventos extremos alterando os índices plúvio-fluviais são necessários a formulação de ajustes a nova configuração plúvio-fluvial e geomorfológica.

No ano de 2023, registro de uma das maiores vazantes no rio Amazonas, havia plantações entre outros itens de bananeiras (figura 47), recém-plantadas no mês de maio, pois segundo os agricultores no referido ano não se esperava uma cheia fluvial “grande”. Seu Manoel (barqueiro), afirmou que naquele mês as águas não estavam mais subindo, indicativo que a rio “já ia começar a baixar”.

Esse relato pode ser corroborado com as medições realizadas pelo CPRM, o boletim indica que o rio Amazonas na atingiu a cota de 15,08 m na estação do Careiro; 12,74 m em Itacoatiara; e 7,37 m em Parintins. As cotas máximas alcançadas pelo rio na cheia deste ano foram: 13,77 m em Itacoatiara, em 30 de maio; e 8,30 m em Parintins, em 27 de maio.



Figura 47: Plantio de bananeiras registrado no mês de maio, onde é possível a visualização da linha da água abaixo da planície de inundação (Ilha da Paciência) e transporte por meio fluvial do produto no rio Solimões. Cota fluvial 1888 cm (município de Manacapuru) (dados do Serviço Geológico do Brasil, CPRM). Data: 28 de maio de 2023. Coordenadas: 03° 19' 06,30"S 60° 13' 03,28" O. Fonte: a autora (2023).

A partir da dinâmica hidrogeomorfológica existente na área de estudo ocorrem a perda e formação de novos depósitos nas secções favoráveis, assim, a demarcação passa pela problemática dos limites diminuídos com a perda de terra e área, frequente nas margens fluviais dos rios de águas brancas.

Por essa dinamicidade podem ocorrer eventuais conflitos quando novos depósitos de sedimentos crescem as margens fluviais e surgem nos leitos do rio. Isto porque aquele comunitário que anteriormente “perdeu” a terra, quando os novos depósitos surgem os reivindicam para si em substituição aquelas perdidas, ainda que estes depósitos sejam emergidos em outras secções diferentes do rio que antes lhe pertenciam.

É o caso dos depósitos que estão crescendo lateralmente na nomeada Ilha Nova (margem esquerda do rio Solimões-Amazonas/município de Iranduba), que devido a sua recente composição, não apresentavam moradias, apenas o início de aberturas de áreas destinadas ao plantio. A formação da Ilha Nova como é conhecida pelos moradores locais e onde está inserida parte da Comunidade do Baixio, iniciou-se no ano 2000, com a deposição de sedimentos centrais no leito do rio, que segundo os moradores emergia todos os anos maiores formando as “praias de verão”.

A partir do ano de 2010 foi observado a fixação desses depósitos formando a Ilha Nova como é possível a verificação de seu surgimento na figura 48, no mapeamento mais completo oficial do Projeto RadamBrasil (1984), ainda não há o surgimento dos depósitos, a ilha se mostra consolidada no ano de 2022. A ocupação dessa terra nova é realizada por meio de

cultivos e da atividade de pesca, não há presença de casas nem de animais destinados a criação, pois a terra ainda está em processo de consolidação (figura 49).

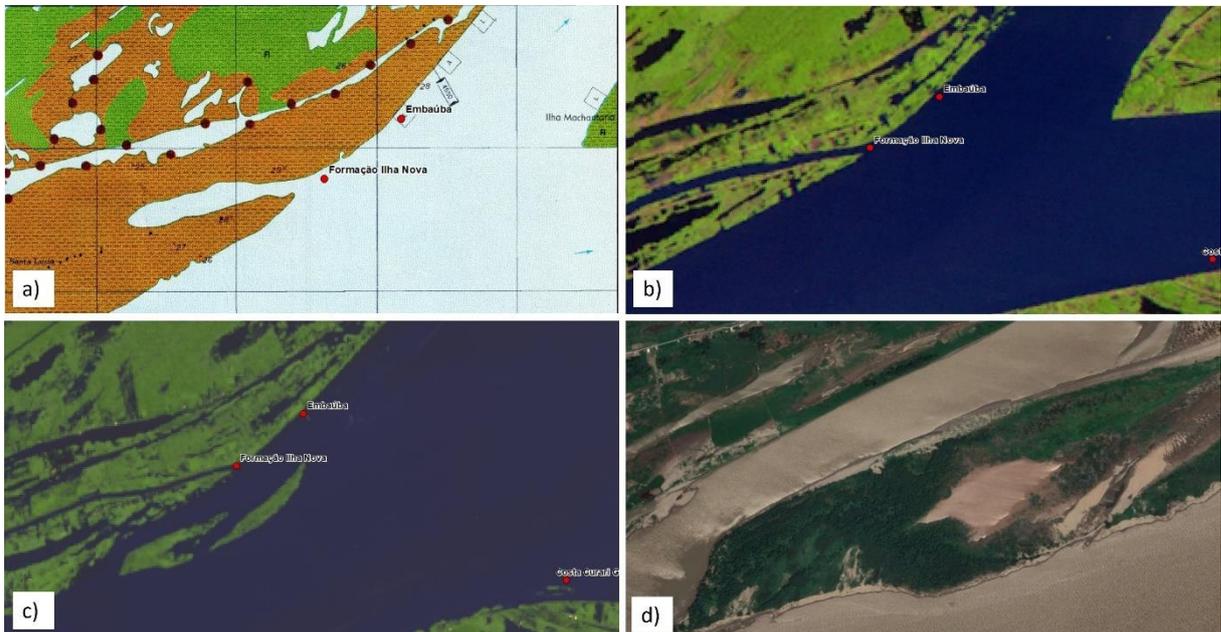


Figura 48: Surgimento da Ilha Nova (Comunidade do Baixio - Iranduba). a) Na carta topográfica de 1984 ainda não há indícios da Ilha Nova. b) Imagem do Landsat 5 TM de 1990 ainda não há indicativos da Ilha, mas observa-se a deposição lateral em barra na Costa do Iranduba. c) A imagem do Landsat 8 OLI (2022) mostra a Ilha com um lago interior. d) A imagem mostra a Ilha em formato longitudinal ao canal, onde são encontrados os lagos de Várzea, a presença de vegetação e depósitos arenosos. Coordenadas: 03° 16' 28" S 60 02' 15" O. Fonte: a autora (2022).



Figura 49: Ilha Nova (Comunidade do Baixio - Iranduba). A paisagem apresentada em período de vazante fluvial (outubro de 2020) mostra a acresção vertical de depósitos sedimentares com marcas de abatimento da descida das águas que retorna ao leite fluvial menor, onde é possível verificar um barco de pesca. A vegetação mostra o estágio inicial da fixação dos sedimentos com a presença de vegetação de gramíneas a porte baixo indicando a formação de várzea baixa nas áreas mais interiores da Ilha. Cota fluvial 787 cm (município de Manacapuru) (dados do Serviço Geológico do Brasil, CPRM). Data: 29 de outubro de 2020. Fonte: a autora (2022).

A Comunidade do Baixio (a qual a Ilha Nova pertence) está distribuída ao longo da Ilha do Baixio (figura 50) de formato longitudinal ao canal, localizada na margem esquerda do rio Solimões, se estendendo até a Ilha da Machantaria, onde seus limites ficam estabelecidos.

A comunidade concentra suas atividades econômicas na produção agrícola de cultivos de ciclo curto como hortaliças, com destaque para a cebolinha e o plantio da melancia. A cebolinha cultivada pela comunidade é escoada pela Estrada da Várzea quando acessível em período de vazante fluvial, e abastece as escolas do programa do governo para merenda escolar.

Já a produção independente familiar é transportada para os mercados de Manaus, escoada por via fluvial em período de cheia fluvial para Feira da Manaus Moderna e vendida diretamente ao comércio. O valor do maço da cebolinha é comercializado ao feirante por R\$ 2,00 (dois reais) e repassado ao cliente por R\$ 3,00 (três reais).



Figura 50: Comunidade do Baixio localizada no ambiente de Várzea do rio Solimões-Amazonas (Iranduba -AM). Nessa comunidade há presença de casas do tipo palafitas, construções com assoalhos suspensos que indicam a subida periódica e esperada do nível da água. A produção de hortaliças é transportada por meio da Estrada da Várzea do Iranduba até o Porto do Cacau Pirêra (distrito de Iranduba) sendo escoada por meio fluvial para capital, Manaus. Cota fluvial 1888 cm (município de Manacapuru) (dados do Serviço Geológico do Brasil, CPRM). Data: 28 de maio de 2023. Coordenadas: 03° 17' 16,1" S 60° 04' 50" O. Fonte: a autora (2023).

Na Costa (Ilha) do Baixio (figura 51) com elevação de apenas 10m o lago existente é utilizado frequentemente para pescaria, sendo essa atividade intensificada no período do início da vazante fluvial, quando a água está retornando ao leito fluvial menor, e os peixes ficam “presos” dentro dos lagos de várzea formados na inundação, o que facilita a pesca.

Toda a costa da ilha da parte mais baixa ou mais alta fica submersa em período de cheia fluvial, não há nessa terra plantios ou outras atividades antrópicas voltadas a produção e subsistência que não seja a pesca nos lagos interiores. Ainda que a terra esteja consolidada com

a presença de vegetação, o estágio inicial de gramíneas indica aos ribeirinhos que a terra não está propícia para a implantação de atividades de pastoreio e plantios, nem habitações.

Na faixa mais interior da Ilha do Baixio, às margens do paraná estão distribuídas as moradias dos ribeirinhos, assim como duas escolas municipais e a sede da Comunidade, nessa porção a terra se mostra mais consolidada, oferecendo aos seus moradores certa segurança diante de possíveis transtornos causados pelas terras caídas.



Figura 51: Costa da Comunidade do Baixio. As linhas individualizam os depósitos, no topo está a vegetação de Várzea mais desenvolvida, na linha do meio está a topografia plana com a vegetação na fase de gramíneas, e na base os sedimentos recém depositados. Na margem é possível a verificação dos episódios de terras caídas, erosão fluvial nos rios de águas brancas. Cota fluvial 1888 cm (município de Manacapuru) (dados do Serviço Geológico do Brasil, CPRM). Data: 28 de maio de 2023. Coordenadas: coordenadas 03° 17' 46,8" S 60° 03' 39,8" O. Fonte: a autora (2023).

A paisagem da Comunidade do Baixio também mostra a diversidade de seus elementos, usos e trocas. Nesse ambiente são encontradas espécies de árvores (figura 52) como a embaúba (*Cecropia Sp*) utilizada para fazer lenha, o asscuzeiro (*Hura crepitans L.*) utilizado pelas comunidades para fazer as casas flutuantes e canoas, e para extração de óleos aromáticos, a castanha-babaçu que era utilizada para fabricação de pilão para moer pimenta do reino, e a mungubeira (*Pseudobombax munguba*), cujo fruto serve de alimento para pássaros, e quando cai na água alimenta os peixes, auxiliando no fluxo gênico da floresta.



Figura 52: Espécies arbóreas típicas de áreas de Várzea. A Munguba é utilizada para inflamações, especialmente nos olhos e ouvido. A folhagem da Embaúba é um dos principais alimentos do bicho-preguiça. Cota fluvial 1888 cm (município de Manacapuru) (dados do Serviço Geológico do Brasil, CPRM). Data: 28 de maio de 2023. Coordenadas: 03° 16' 01,5" S 60° 01' 39,8" O. Fonte: a autora (2023).

Nas águas também há presença de embarcações (figura 53) com destino entre outros, a Província Petrolífera de Urucu (município de Coari) é frequente e esse tráfego é intensificado no sábado a partir das 13h, imprimindo na paisagem uma nova configuração paisagística e promovendo a movimentação de materiais das margens e do leito fluvial o que pode resultar nos episódios de terras caídas oferecendo prejuízos e riscos aos ribeirinhos.

Segundo Carvalho (2012) o aumento do fluxo de embarcações e da potência dos barcos regionais, navios, balsas e barcos a jato, promovem o aumento das ondas geradas contribuindo com a erosão lateral através do solapamento das margens. Essas movimentações abruptas das águas também podem causar perigos as pequenas embarcações, como as canoas que estão no leito ou nas margens dos rios.



Figura 53: Mosaico de imagens das grandes embarcações que transitam na área de estudo. O transporte fluvial é o principal meio de deslocamento de pessoas e produtos, atribuindo ao rio a função de caminho, gerando impactos através da geração de ondas também conhecidas como banzeiros. Data: 28 de maio de 2023. Fonte: a autora (2023).

Outro modo comum de uso da terra a área de estudo é a atividade de pastoreio de gado nos campos naturais de várzea. Essa atividade segue a dinâmica das águas com a retirada do gado para Terra Firme em período de cheia fluvial, assim como seu retorno para a várzea na vazante fluvial. Essa transferência é realizada mediante transporte fluvial, através de balsas ou por caminhos naturais antes da subida das águas, tanto para o pastoreio dos animais como para os matadouros.

Essa pastagem é proporcionada pela dinâmica hidrogeomorfológica, primeiro pela formação das barras de sedimentos laterais e centrais, que fixados pela colonização das espécies de gramíneas e herbáceas estabilizam o depósito. Segundo pela contínua fertilização natural acarretada pelos sedimentos transportados nas cheias anuais, que ocorre a cada transbordamento da água na planície de inundação e propicia o alimento aos animais.

A qualidade das águas que banham os ecossistemas de pastagem nativa de várzea é importante na produtividade do extrato herbáceo, pois grande parte das gramíneas que nele ocorrem são hidrófitas e dependem dos sedimentos organo-minerais em suspensão (Townsend *et al.*, 2012).

Entretanto, o fator limitante de criação de gado na várzea é a dinâmica hidrológica de cheias e vazantes fluviais, mesmo que os campos sejam fertilizados naturalmente, estes permanecem de 4 a 6 meses submersos, ocasionando perturbação dos animais com o aumento de mosquitos e mutucas e dificultando o pastoreio.

Então, no período das cheias fluviais os animais são remanejados para áreas mais elevadas, ou ficam em currais construídos em áreas livres da inundação (figura 54), ou marombas⁵. Segundo Townsend *et al.* (2012) os animais ficam confinados em precárias condições de higiene e nutrição, em casos extremos ocorrem perdas da ordem de 13% dos animais com menos de um ano de idade e 4% com mais de um ano.

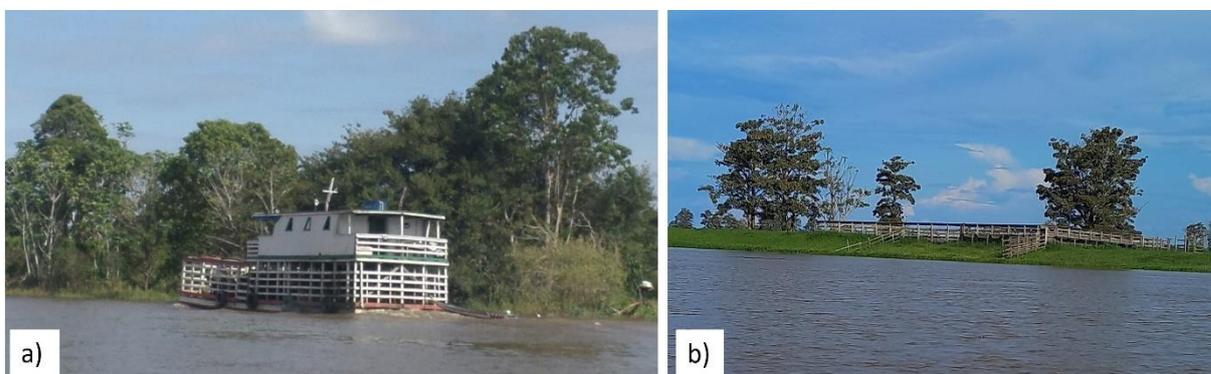


Figura 54: Estruturas utilizadas na criação de gado. Embarcação regional empregada no uso da transferência de gado da planície de inundação para as áreas de platô (e o inverso na descida das águas) em razão da dinâmica hidrológica de cheias e vazantes fluviais. Curral construído em madeira para confinamento do gado e aproveitamento do capim de Várzea – Rio Solimões-Amazonas. Cota fluvial 1888 cm (município de Manacapuru) (dados do Serviço Geológico do Brasil, CPRM). Data: 28 de maio de 2023. Fonte: a autora (2023).

Da mesma forma que em outras localidades da planície aluvial, compõem a paisagem da Ilha do Xiborena os campos de Várzea são ocupados pela atividade de pastoreio. Quando há necessidade de transferência dos animais da Várzea para os terraços fluviais ou Terra Firme deve ser realizado o pagamento do valor de R\$ 50, 00 (cinquenta reais) por cabeça de gado ao mês para aqueles criadores que não possuem lotes na Terra Firme.

A necessidade do deslocamento contrário, da Terra Firme para o pastoreio do gado na Várzea, o valor a ser pago pelo arrendamento da terra está em torno de três mil reais por uma extensão de 400 ha num período de seis meses, caso o produtor não possua terrenos na Várzea.

⁵Maromba: estruturas suspensas (flutuantes) construídas em madeira que sustentam sistemas produtivos como hortaliças e legumes, e até mesmo animais a depender do tamanho.

Ao longo das margens do Paraná do Xiborena - Ilha do Xiborena (figura 55) foi observado a gado nos campos de Várzea, no mês de maio do ano de 2023, mais uma vez evidenciando o conhecimento do gênero de vida que ocupa as margens dos rios de águas brancas, pois observando que não haveria uma cheia fluvial com as cotas médias registradas, não houve a necessidade de transferência do gado.

Numa terra também chamada Ilha Nova, mas localizada na Ilha da Paciência, limite com a Comunidade Jacurutu, que se formou há 30 anos, a criação de gado não se desenvolve apenas nesses campos naturais de Várzea, nessa faixa de terra existe uma área que foi desmatada e transformada em pastagem, caso incomum nas Várzea, pois já existem os campos naturais.

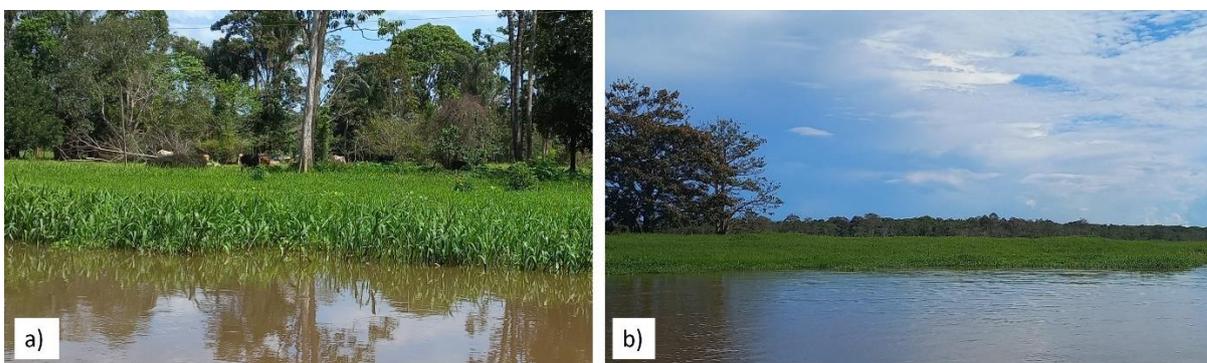


Figura 55: Campos naturais de Várzea. a) Gado branco se alimentando de capim-de-Várzea (*Eriochloa punctata*) na Ilha do Xiborena (Paraná do Xiborena – 03° 11' 23,8" S 59° 56' 11,7" O). b) As árvores dessa área foram derrubadas para uso exclusivo da pastagem para pastoreio do gado na Ilha Nova (Ilha da Paciência – 03° 19' 13,4" S 60° 12' 27" O). Cota fluvial 1888 cm (município de Manacapuru) (dados do Serviço Geológico do Brasil, CPRM). Data: 28 de maio de 2023. Fonte: a autora (2023).

Na Ilha do Xiborena, a configuração do paraná homônimo difere dos outros da área de estudo, este canal realiza a comunicação entre o rio Solimões-Amazonas (principal canal fluvial da área de estudo) e o rio Negro, assim, o paraná e o rio Negro recebem a influência da dinâmica hidrológica do rio principal.

Nas margens do paraná as comunidades desenvolvem as atividades agrícolas (figura 56) com a plantação de couve, pepino, mandioca entre outras hortaliças, e devido a facilidade de acesso e proximidade com a capital, essa produção é escoada diretamente para os mercados de Manaus.



Figura 56: Plantios na Ilha do Xiborena (Paraná do Xiborena 03° 12' 51,9" S 59° 57' 33,3 O). No primeiro registro está a plantação de couve as margens do paraná do Xiborena, no segundo está o plantio de maniva numa área de topografia de crista mais elevada que as áreas adjacentes.

Assim como os campos produzidos naturalmente pelas Várzea, e os plantios que obedecem a um calendário plúvio-fluvial, pode-se dizer que as moradias dessas localidades são uma extensão da influência da Várzea. Essas construções quando alocadas no leito fluvial são chamadas de flutuantes, construídas com uma madeira específica para resistir ao contato com a água como o assacuzeiro (*Hura crepitans L*) de durabilidade média de vinte anos, e que acompanham o ritmo das variações das cotas fluviais.

Já as casas que ocupam as margens fluviais apresentam as mesmas características daquelas existentes do alto ao baixo curso do rio Amazonas, casas com assoalhos suspensos produzidos em madeira (figura 57a), cujas características são resultantes da variação do nível da água. Se a cheia fluvial for excepcional há possibilidade da elevação (reconstrução) desse assoalho de acordo com a subida das águas, mas se essa medida não for suficiente com a contínua elevação do nível do rio aí ocorre o abandono temporário das casas, e há mudança sazonal para a Terra Firme até que as águas retroajam ao leito regular.

A essas águas é frequente a função de balneários, pode-se dizer que as águas do rio negro são mais conhecidas por essa finalidade, como dito anteriormente, mas as águas barrentas do rio Solimões-Amazonas também se apresentam pelo “banho de rio”, entre outras funções.

No período das vazantes surgem as praias, depósitos arenosos produto da tríade fluvial, utilizadas como forma de lazer, por exemplo, na Ilha Nova que está sendo formada na Ilha da Machantaria, enquanto os sedimentos estavam sendo depositados eram utilizados como praias. Já durante o tempo da cheia fluvial, na planície de inundação do rio Amazonas, o banho de rio está na porta das casas (figura 57b).



Figura 57: Comunidade no Paraná do Xiborena (Ilha do Xiborena). a) As moradias são conhecidas como palafitas, características de áreas periodicamente inundadas construídas em madeira com assoalho elevado. b) O ambiente de Várzea, entre outras funcionalidades, também é utilizado como áreas balneárias, além do habitual uso como banho de rio cotidiano. Cota fluvial 1888 cm (município de Manacapuru) (dados do Serviço Geológico do Brasil, CPRM). Data: 28 de maio de 2023. coordenadas 03° 11' 24" S 59° 56' 27, 3" O. Fonte: a autora (2023).

A Ilha da Machantaria⁶ apresenta uma forma longitudinal ao canal composta de vegetação de várzea baixa e nas ilhas fluviais, com a presença das conhecidas canaranas (*Canarana Erecta Lisa*) e da flecheira (*Gynerium sagittatum*) (figura xx) utilizada como apetrecho para pesca. A Ilha também apresenta plantios típicos das Várzea, como o cultivo da mandioca e da melancia com um ciclo médio de quatro meses, e a plantação de hortaliças.

Essa Ilha é constituída de barras de sedimentos evidenciando novos depósitos, que estão formando a chamada Ilha Nova, e por estar em processo de desenvolvimento não apresenta ocupação humana ou atividades antrópicas, devido principalmente ao tipo de depósito arenoso impróprio para os sistemas produtivos.

Para essa terra a função de produção agrícola só será atribuída quando os sedimentos mais finos cobrirem a ilha, para isso, espera-se uma cheia fluvial, quando o nível da água é diminuído ocorre essa verificação, caso a terra ainda não esteja apropriada espera-se uma nova cheia fluvial. Em estudo na Ilha do Careiro Sternberg (1998) já apresentava em uma estampa (figura 58) um agricultor realizando essa verificação da terra após uma cheia fluvial.

A nomeada Praia da Ilha da Machantaria emerge na vazante fluvial, e é composta por barras de sedimentos arenosos depositados lateralmente entre a Ilha Nova e a Ilha da Machantaria, sendo diminuída a cada ano pela fixação da vegetação. De acordo com o barqueiro sr. Manoel, todos os anos essa praia estava sendo submersa pelo rio Solimões-Amazonas, mas no ano de 2023 a praia não foi alagada pela cheia fluvial.

⁶ Essa Ilha e outras localidades estão localizadas nos mapas de geomorfologia e hidrografia, página 101 e 104.



Figura 58: Um agricultor na margem direita do paraná do Careiro examina a terra recém-acrescida à sua propriedade pela alagação durante o processo de vazante fluvial. Fonte: Sternberg, 1998.

justafluvial está a Ilha do Curari, distrito do município de Careiro da Várzea, sendo subdivida nas Comunidades do Curarizinho a montante, e Curari Grande na porção jusante da Ilha, individualizadas por dois paranás homônimos.

Nesse trecho segundo estudos de Castro e Pacheco (2011) a partir da década de 1950 houve um processo intenso de deposição aluvial, substituída entre os anos de 1970 e 1990 pelo processo de terras caídas. Destaca-se a intensificação de perda de área no início da ilha, a montante, e na porção jusante da Ilha apresentando uma margem concava próximo a Ilha da Machantaria, e na faixa justafluvial onde os depósitos que outrora foram removidos a montante estão sendo depositados a jusante.

A intensidade dos eventos de terras caídas e de acreção lateral e vertical proporcionou um novo rearranjo na paisagem e do proceder das atividades das comunidades, como a transferência de moradias para as casas flutuantes, devido a intensa perda de terra.

Os rios amazônicos são conhecidos por várias funcionalidades, entre elas, por ser o meio por onde se deslocam os amazônidas, o caminho de rio, mas durante essa vazante o caminho que antes era percorrido por canoas, rabetas e outras embarcações passou a ser realizado por outros meios como de bicicleta, a moto, o cavalo, o girico e até a pé (figura 59), dada a ampla diminuição do nível da água no canal. Se houvesse a necessidade de chegar ao canal principal os comunitários precisavam puxar as canoas para chegar até o rio Solimões (figura 60)

Uma função que foi atribuída ao leito fluvial foi a de lazer, com atividades esportivas como o futebol ocorrendo em pleno leito do rio, a que atribuíram o nome de praia, pois

simplesmente não havia água. Perguntada sobre as atividades escolares uma moradora afirmou que os alunos (pequenos) do ensino fundamental foram liberados, mas os do ensino médio tiveram que continuar, pois já estavam finalizando.



Figura 59: Paraná do Curarizinho na vazante fluvial de 2023 (coordenadas 03° 19' 49,9" S 60° 02' 56,03" O). A imagem mostra três cenários de uma mesma paisagem a) Casa flutuante dentro do paraná no nível mais baixo do leito fluvial com pouca presença de água; b) O caminho de rio é parcialmente substituído do uso da rabeta ou canoa ao deslocamento pela caminhada; C) Paraná do Curarizinho sem água impossibilitando a passagem de meios de transporte fluvial. Cota fluvial 181 cm (Careiro da Várzea) (dados do Serviço Geológico do Brasil, CPRM). Coordenadas: 03° 19' 42,60" S 60° 02' 38,16" O. Foto: Carla Cecília da Silva, 2023.



Figura 60: Efeitos da estiagem em 2023. Para chegar até o rio Solimões e acessar as cidades de Iranduba e Careiro da Várzea é necessário carregar a canoa ou rabeta em vários trechos dos paranás devido ao baixo nível da água no canal, que promove a inacessibilidade de cursar todo o caminho nas embarcações. O terceiro registro mostra o girico, outro de transporte dos meios fluviais habituais percorrendo o leito fluvial do paraná. Cota fluvial 181 cm (Careiro da Várzea) (dados do Serviço Geológico do Brasil, CPRM). Foto: Carla Cecília da Silva, 2023.

A estiagem do ano de 2023 provocou a tomada de algumas medidas que demonstram a simbiose existente entre homem e meio ultrapassam a determinação de adequações ao ambiente. As obras realizadas pelos comunitários da Ilha do Curari evidenciam a relação entre os elementos integradores da paisagem e as ações humanas que imprimem nos sistemas naturais suas marcas à medida em que buscam a continuidade das atividades humanas.

Segundo uma moradora local, as águas iniciaram o retorno ao leito em janeiro de 2024, somente após a quebra das barragens. A construção da barragem foi uma ação conjunta entre a prefeitura do município de Careiro da Várzea e os comunitários (figura 61) que realizaram essa obra com o intuito de manter a água dentro dos canais fluviais para abastecimento das comunidades, pois esses canais estavam secando muito rápido.

Essa espécie de reservatório construído através das barragens auxiliou a manutenção da dos canais fluviais durante o período da vazante, que são habitualmente usados pelas comunidades da Ilha através de bombas de sucção para “puxar” a água empregada no consumo.

No referido ano, devido à estiagem a prefeitura do município fez encanação para as casas, e a água foi bombeada de um lago e distribuída para as casas da comunidade do Curarizinho, que faziam o tratamento para o consumo. O pouco de água que ficou represado em alguns lagos de Várzea não estava próprio para o consumo, pois o gosto era de lama, assim como os peixes.



Figura 61: Construção de barragens na Comunidade do Curarizinho. No mês de outubro deu-se início a construção das barragens para que a água permanecesse por mais tempo dentro dos canais. Esse trabalho foi realizado pelos comunitários e a prefeitura com a disponibilização de máquinas e trabalhadores para realização da obra. Fonte: Carla Cecília da Silva, 2023.

Segundo dados do Serviço Geológico do Brasil (CPRM) os rios que compõem a bacia hidrográfica do rio Amazonas voltaram a subir a partir de novembro de 2023, com a maior influência definida pelo rio Solimões, que continuou subindo numa média de 8 cm diários, em Tabatinga (AM), 10 cm por dia em Manacapuru (AM), e 4 cm no Careiro da Várzea.

Na Ilha do Curari o nível da água começou a subir no início de janeiro de 2024, no Paraná do Curarizinho (figura 62) o retorno das águas foi iniciado com a quebra das barragens construídas na vazante. A água está sendo reestabelecida à medida que o nível do rio Solimões-Amazonas está aumentando e alimentando novamente os lagos de Várzea, paranás e furos.

No mês de fevereiro de 2024 o rio Amazonas manteve o processo de enchente e alcançou o nível de 7,8 m na estação do Careiro da Várzea (AM). Mas grande parte dos afluentes da bacia hidrográfica amazônica monitorada permanece com o déficit de precipitação (figura 62), entre eles o rio Negro e o curso principal o rio Solimões-Amazonas (SBG, 2024).

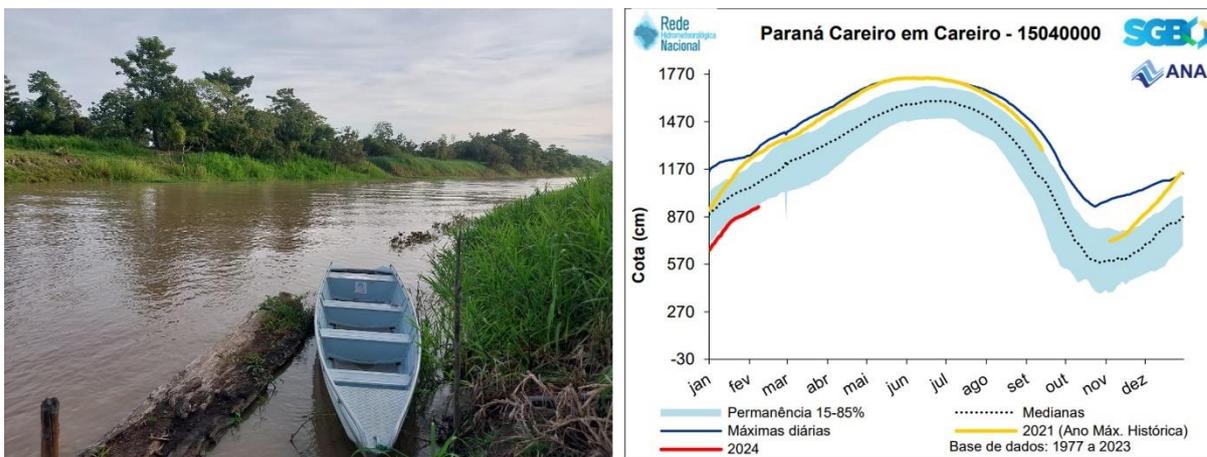
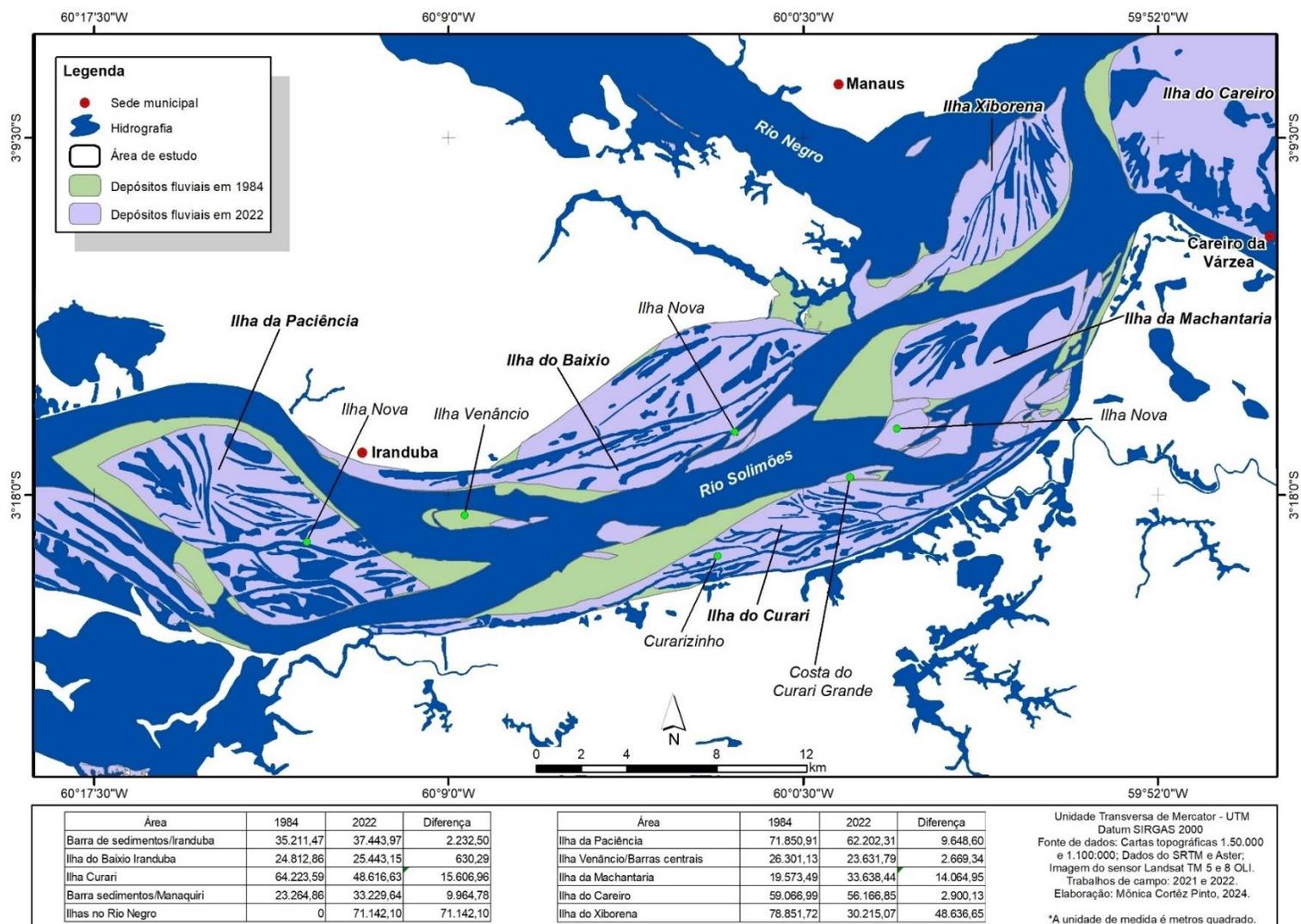


Figura 62: Início da cheia fluvial na área de estudo. Elevação do nível da água no Paraná do Curarizinho. b) Cotagrama apresentando os dados da variação hidrológica no trecho médio do rio Amazonas, estação do Careiro, no município de Careiro da Várzea, SGB. Coordenadas: 03° 19' 42,60'' S 60° 02' 38,16''. Foto: Carla Cecília da Silva, 2023.

Segundo relatos, no Paraná do Curarizinho, do Curari Grande, nos paranás da Ilha da Paciência e da Ilha Nova na Comunidade do Baixio, as margens fluviais percorridas mostraram certa estabilidade em relação aos episódios de terras caídas, sendo mais frequente nas margens do rio Solimões-Amazonas do que nos lagos, paranás e furos interiores.

O mapa 12 evidencia essa situação ao apresentar a evolução da deposição de sedimentos para o ano de 2022, e a identificação dos contornos dos limites existentes no ano de 1984. Pode-se verificar que a Ilha da Paciência recebeu um aporte de sedimentos suficiente para dividir o rio Solimões-Amazonas em feixes a partir da consolidação de ilhas, formando paranás, lagos de várzea e furos, que seguindo o fluxo do rio apresenta um formato longitudinal ao canal fluvial, o mesmo das ilhas mais antigas. Na margem esquerda do rio Solimões-Amazonas, na Ilha do Baixio (município de Iranduba) é verificada a estabilidade dos depósitos, cujo contínuo acréscimo de sedimentos demonstram



Mapa 12: Cartografia da evolução dos depósitos fluviais 1984-2022. A vetorização dos contornos foi realizada com base na Carta Topográfica de 1984, na imagem do Landsat sensor Oli 8 do ano de 2022 e em trabalhos de campo. Elaboração: a autora (2023).

pequena variação de áreas perdidas pela erosão fluvial, possibilitando além da acresção vertical nas margens fluviais a formação de uma ilha nova, e a sucessiva deposição de sedimentos formando as barras laterais.

A jusante dessa ilha está a Ilha do Xiborena, localizada entre dois grandes rios, o Negro e o Solimões-Amazonas. Nessa Ilha destaca-se a estabilidade ou pouca alteração dos contornos que fazem parte das margens do rio Negro, fato que pode ser atribuído a baixa movimentação de sedimentos carregados pelos rios de águas transparentes.

Por outro lado, as margens que estão ambientadas no rio Solimões-Amazonas passaram por processos erosivos, sendo removidas e transportadas pelo rio, e possivelmente depositadas na porção jusante da ilha, onde se formou uma “ponta” que os moradores locais denominam de “praia” em período de vazante fluvial.

A dinâmica fluvial ainda pode ter possibilitado a deposição de sedimentos do outro lado da ilha que está nas águas escuras do rio Negro, isto porque, as águas brancas do rio Amazonas por carregarem maior carga de sedimentos em suspensão promovem um aporte de sedimentos nas proximidades do rio Negro, especialmente durante a cheia fluvial.

Acerca dessa dinâmica hidrológica Franzinelli (2001), Filizola *et al.*, (2002) e Pinto (2013) destacam a influência do rio Negro baseado nas cotas registradas pela estação de Manaus. Segundo os autores esses níveis que são fortemente influenciados pelo rio Solimões, não correspondendo à vazão do rio Negro, que se deve, principalmente, pela maior velocidade do rio Solimões-Amazonas, o que provoca um efeito de barramento do rio Negro.

No outro lado do rio Solimões-Amazonas, na margem direta, os contornos apresentados na Ilha do Curari de 1984 a 2022 mostram uma perda de sedimentos na porção montante da ilha, mas um aumento de deposição na nomeada Costa do Curari Grande, e estabilidade na porção jusante da Ilha.

Uma moradora da comunidade do Curarizinho, integrante da Ilha do Curari, afirmou que os eventos de terras caídas não são frequentes nas margens do paraná do Curarizinho, e que a ocorrência maior dos processos erosivos se dá nas margens do rio Solimões-Amazonas.

No final da Ilha do Curari, no Paraná do Curari Grande, ocorre um aumento da deposição de sedimentos formando uma nova ilha (que já está consolidada, inclusive com abertura de área para preparação da terra para o plantio). O mapeamento também mostrou o contínuo acréscimo de sedimentos em barras laterais nessa ilha em direção a Ilha da Manchararia.

A Ilha da Manchataria apresentou o deslocamento de sedimentos da porção montante para jusante, e o início da formação de uma nova ilha, que mostra seu crescimento num padrão de formato longitudinal ao canal, mas com inclinação das barras de sedimentos em direção a Ilha do Curari, evidenciando uma possível união das ilhas através do fechamento do canal pela contínua deposição de material aluvial.

O crescimento das barras de canal depositados na Ilha da Manchataria e aquelas que se formam na Costa do Curari, as margens do canal principal do rio Solimões-Amazonas, demonstram a metamorfose fluvial, resultado entre outros fatores da dinâmica fluvial dos rios de águas brancas da planície amazônica.

É o que indica a análise espaço-temporal deste estudo baseado no mapeamento dos contornos da área, elaborado com base nos dados cartográficos de 38 anos (1984-2022) e a realidade de campo, confirmando a hipótese do aumento da deposição aluvial nesse trecho da área de estudo.

O quadro 04 apresenta o quantitativo de áreas nesse período, algumas desapareceram por completo, outras tiveram os sedimentos retirados e depositados em outras seções do rio. Os números destacados em vermelho representam a perda de área, e em azul o aumento dos depósitos, ambos medidos em metros quadrados.

Quadro 04: Cálculo dos modelados de acumulação na área de estudo

Área	1984	2022	Diferença
Ilha da Paciência	71.850,91	62.202,31	9.648,60
Ilha Venâncio/Barras centrais	26.301,13	23.631,79	2.669,34
Ilha da Machantaria	19.573,49	33.638,44	14.064,95
Ilha do Careiro	59.066,99	56.166,85	2.900,13
Ilha do Xiborena	78.851,72	30.215,07	48.636,65
Barra de sedimentos/ Irlanduba	35.211,47	37.443,97	2.232,50
Ilha do Baixio Irlanduba	24.812,86	25.443,15	630,29
Ilha Curari	64.223,59	48.616,63	15.606,96
Barra sedimentos/ Manaquiri	23.264,86	33.229,64	9.964,78
Ilhas no Rio Negro	0	71.142,10	71.142,10
*A unidade de medida é em metros quadrados (m ²).			

O cálculo das áreas foi realizado após a vetorização dos polígonos que representam os modelados de acumulação da área de estudo, para isso, foram definidas as coordenadas planas para os dados cartográficas referente aos anos de 1984 e 2022. Org. a autora, 2024.

A Ilha Venâncio apresentava seus contornos na carta topográfica de 1980, já no mapeamento do ano de 2022 essa ilha já havia desaparecido, o que existe a jusante de onde estava localizada a ilha são algumas barras centrais no leito do rio Solimões-Amazonas.

A Ilha da Machantaria foi uma das áreas que mais receberam sedimentos, alguns desses depósitos formam as barras laterais e pequenas ilhas. Na margem direita dessa ilha, na denominada Ilha do Curari (na porção jusante) também está ocorrendo um processo de deposição de sedimentos, entretanto a montante a ilha foi diminuída em 15.606,96 m².

A Ilha do Xiborena, localizada entre dois grandes sistemas fluviais, o rio Negro e o Solimões-Amazonas e próxima a capital Manaus foi a que mais apresentou a perda de área. O mapeamento possibilitou a identificação do resultado dos processos erosivos principalmente na Costa do Xiborena, ambientada no sistema fluvial Solimões-Amazonas.

Na Ilha do Careiro da Várzea (na parte que compreende a área de estudo) também houve a perda de área apresentando um novo contorno com o deslocamento da linha limite para o interior da ilha, diferente do contorno visualizado em 1984.

O modelado de acumulação representado pelas ilhas fluviais e barras de sedimentos que mais contabilizou ganho de áreas não está no rio Solimões-Amazonas, e sim no leito do rio Negro com um total de 71.142,10 m² para o período analisado. De uma forma geral as margens fluviais do rio Negro se mostraram estáveis, apresentando em seu leito os modelados mapeados.

As mudanças que se estabelecem em decorrência da dinâmica hidrogeomorfológica são observadas nesse mapeamento com a perda e o ganho de áreas, também é importante ressaltar que os sistemas fluviais são alterados, a exemplo, do Lago Piranha da Ilha da Paciência que teve sua área diminuída a medida em que os limites da própria ilha foram remodelados.

Novas configurações da paisagem permitirão a continuidade das práticas ribeirinhas e novos ajustamentos serão necessários diante da alteração da dinâmica hidrogeomorfológica, a exemplo, do ocorrido na Ilha da Paciência, poderão se formar novos sistemas fluviais de lagos, paranás e furos, e o fechamento do acesso ao rio principal que deverá ser realizado por outros caminhos de rio.

Conclusões

Com base no levantamento proposto neste estudo, observa-se o contexto morfoestrutural que sustenta a bacia sedimentar amazônica entre os crátons, e seus respectivos movimentos tectônicos, que direcionam megaestruturas geomorfológicas fluviais controlando falhamentos e originando de forma direta ou indireta desmoronamentos e migrações de margens fluviais, além do controle de rios amazônicos.

Outros fatores existentes e analisados a partir da geomorfologia fluvial cumprem papel importante na dinâmica das águas enquanto modelador da paisagem. A atribuição da água enquanto agente modelador é evidenciada a medida em que constrói, com a ação dos processos de transporte e deposição de sedimentos, novas formas do relevo e remodela as formas já existentes, por exemplo, aumentando com material aluvial o tamanho de ilhas já existentes.

O trabalho da dinâmica fluvial também está presente na dilapidação de feições do relevo. As partículas que compõem os terrenos aluviais são removidas pela dinâmica fluvial através das regionalmente conhecidas terras caídas (desmoronamento das margens dos rios) e por movimentos gravitacionais de massa realizados entre outros fatores pela combinação da erosão fluvial e ação da gravidade.

O fator clima é considerado como condicionante, observando a posição geográfica da região amazônica com alta disponibilidade de incidência solar e precipitação distribuídas de forma desigual em toda a bacia hidrográfica quase o ano todo, que influenciam nas condições fluviais e seus diversos usos, seja de navegabilidade ou consumo.

A dinâmica das águas é inerente a todas as atividades desenvolvidas ao longo de cursos amazônicos, com destaque para o eixo central da bacia hidrográfica amazônica seu principal representante o rio Solimões-Amazonas compreende uma sazonalidade de cheias e vazantes associadas ao alto índice pluviométrico da região.

Os dados hidrológicos obtidos junto a ANA, CPRM e Porto de Manaus evidenciam o período de vazantes e cheias fluviais e sua relação com os índices pluviométricos, e os eventos climáticos de ordem global que influenciaram o comportamento plúvio-fluvial dos anos analisados, sejam de cheias ou vazantes extremas.

Os dados da Estação Beruri (município de Manacapuru), médio curso do rio Solimões, mostra influência do fenômeno el Niño no ano de 2009 e 2014, com altos índices pluviométricos contribuindo para maiores precipitações nas cabeceiras dos rios amazônicos e em todo o curso do rio Solimões-Amazonas. As medições dessa estação também mostram os menores valores

das cotas fluviais para o ano de 2005, sendo registrado uma das maiores secas na bacia hidrográfica amazônica, tanto na porção brasileira como em países limítrofes resultado de um acoplamento de fenômenos atmosféricos, a ação do El Niño a partir de outubro de 2004 e a ocorrência do dipolo positivo no Atlântico tropical Norte em 2005.

A descontinuidade dos dados da estação de Iranduba (registros incompletos dos dados plúvio-fluviais) compromete a análise, por exemplo, no ano de 2014 houve uma grande cheia fluvial inundando a orla da cidade de Manaus, nas margens do rio Negro, cujas águas são represadas pelo sistema fluvial Solimões-Amazonas influenciando no aumento do nível da água. Os dados fluviométricos do Porto de Manaus mostram esse aumento do nível da água, mas da estação do Iranduba não foi possível essa verificação.

A estação Careiro da Várzea (município de Careiro da Várzea) apresentou para o ano de 2015 a maior cota fluvial, resultado da atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), e o menor nível da água observado em 2005, assim como os dados apresentados pela estação Beruri, que mostram a cheia excepcional do rio Solimões-Amazonas naquele ano.

Os dados mostram os anos de eventos extremos, cheias e vazantes e as contínuas consequências para as comunidades varzeanas em decorrência de eventos climáticos. No ano de 2005 a baixa quantidade de chuvas gerou uma diminuição drástica das cotas fluviais, e trouxe consequências negativas de uma forma geral para toda população estado do Amazonas, especificamente neste trecho, o município de Manacapuru.

Um dos primeiros impedimentos foi a inacessibilidade a outras localidades, dadas as características amazônicas, onde o principal meio de deslocamento é realizado por meio fluvial. Outra problemática é a escassez de alimentos, principalmente o peixe que é a base do regime alimentar da sociedade varzeanas. Os produtos que necessitam de transporte fluvial se tornam encarecidos durante a vazante, pois, as distâncias se tornam maiores em decorrência de fechamentos de canais fluviais.

Já o período de cheia fluviais favorece o deslocamento pelo acesso facilitado pelos furos, paranás e igarapés, alimentados pela cheia fluvial, o que diminui o tempo das distâncias a serem percorridas, entretanto se a cheia for excepcional há um prejuízo para o uso da terra. O sistema produtivo é afetado e as sociedades varzeanas promovem estratégias, como: canteiros suspensos para as atividades de cultivo, sobreposição do assoalho mais alto que o atual; as pequenas criações ficam sobre marombas flutuantes ou de aterros, e em último recurso ocorre a transferência produtiva e familiar para os terraços fluviais ou para a Terra Firme.

Nesse contexto evidencia-se a água como fator principal de alteração da paisagem, em forma de precipitação e em escoamento nos rios amazônicos. São as cheias e vazantes anuais dos rios derivadas de fatores climáticos, topográficos e estruturais que modificam o cotidiano dos ribeirinhos apresentando configurações de paisagens distintas. A periodicidade dessa dinâmica fluvial imprime na paisagem novas formas de relevo e um novo proceder de práticas que observam o tempo de plantio, colheita, transferência de sistemas produtivos a Terra Firme, deslocamentos e a própria moradia.

O mapa de uso e ocupação da terra apresenta a predominância de vegetação primária e secundária, seguida da classificação “Natural não florestal”, identificada nesse trabalho como área topograficamente plana utilizada principalmente para alimentação do gado. De forma geral essa classe compreende os depósitos de canal, barras de sedimentos e ilhas fluviais que correspondem a planície de inundação do sistema fluvial Solimões-Amazonas.

A cartografia ainda apresenta o uso da terra para pasto subdividida nas classes de pastagem arbustiva arbórea e pastagem herbácea, sendo essa configuração da paisagem concentrada na várzea da margem direita do rio Solimões-Amazonas que se estende do Curari Grande até a Ilha do Careiro da Várzea. A classe identificada como “desflorestamento” foi mapeada em pequenas manchas vermelhas, e a “mineração” consta da extração de material para as olarias, concentrada entre o Platô e a Planície de inundação do rio Negro, no Distrito do Cacau Pirêra, município de Iranduba.

O mapeamento geomorfológico distingue as unidades do relevo, sendo as duas predominantes, a Unidade de Terra Firme (Platô) e a Várzea (Planície de Inundação). A ocupação dessas unidades ocorre de forma distinta, cujo principal fator de diferenciação é o nível das águas fluviais.

As chaves de interpretação possibilitaram o agrupamento de características comuns e condições específicas auxiliando o processo de mapeamento com a identificação de feições, contornos, texturas e cores funcionando como carta-primária. Como resultado do tratamento dos dados cartográfico e na chave de interpretação foram mapeadas as seguintes morfologias: (i) a Planície Fluvial e seus modelados de acumulação (barras de sedimentos, diques fluviais e ilhas fluviais), e (ii) as áreas de Platô (denominadas regionalmente de Terra Firme), e mapas auxiliares como o de declividade, o modelo tridimensional e os perfis transversais.

O mapeamento da evolução da deposição de sedimentos para o ano de 2022 e a identificação dos contornos dos limites existentes no ano de 1984 indica a análise espaço-temporal deste estudo baseado elaborado com base nos dados cartográficos de 38 anos (1984-

2022) e a realidade de campo, confirmando a hipótese do aumento da deposição aluvial nesse trecho da área de estudo, entre a Ilha da Manchataria e a jusante da Ilha do Curari.

Ilha da Manchataria apresentou o deslocamento de sedimentos da porção montante para jusante, e o início da formação de uma nova ilha, que mostra seu crescimento num padrão de formato longitudinal ao canal, mas com inclinação das barras de sedimentos em direção a Ilha do Curari, evidenciando uma possível união das ilhas através do fechamento do canal pela contínua deposição de material aluvial.

O crescimento das barras de canal depositados na Ilha da Manchataria e aquelas que se formam as margens do Paraná do Curari, no canal principal do rio Solimões-Amazonas, demonstram a metamorfose fluvial, resultado entre outros fatores da dinâmica fluvial dos rios de águas brancas da planície amazônica.

Essa nova configuração da paisagem permitirá a continuidade das práticas ribeirinhas e novos ajustamentos serão necessários diante da alteração da dinâmica hidrogeomorfológica, a exemplo, do ocorrido na Ilha da Paciência, poderão se formar novos sistemas fluviais de lagos, paranás e furos, e o fechamento do acesso ao rio principal que deverá ser realizado por outros caminhos de rio.

A Ilha da Paciência recebeu um aporte de sedimentos suficiente para dividir o rio Solimões-Amazonas em feixes a partir da consolidação de ilhas, formando paranás, lagos de várzea e furos, que seguindo o fluxo do rio apresenta um formato longitudinal ao canal fluvial, o mesmo das ilhas mais antigas.

As práticas habituais de vivência do gênero de vida das comunidades ribeirinhas são obrigadas a passarem por adaptações em busca de um novo equilíbrio entre o ambiente e a sociedade. Assim, a relação mantida com a água é indissociável das práticas humanas e dos outros sistemas que biológicos e ecossistêmicos, por isso não se pode separar as partes a fim de analisá-las, pois há constante interações entre os sistemas.

O conhecimento acerca dos componentes e processos hidrogeomorfológicos existentes na superfície terrestre permitem entender como os processos físicos e químicos são atuantes no tempo e no espaço no contexto das práticas sociais. À medida que estes estudos estão disponíveis podem auxiliar no planejamento do melhor aproveitamento das áreas inundáveis dos rios amazônicos ressaltando suas peculiaridades.

Referências

- ALFAIA, M. C. **A impressão da paisagem pelo uso e ocupação da terra no entorno da vila de novo remanso em Itacoatiara/AM.** Dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Geografia PPGEO da Universidade Federal do Amazonas – UFAM. 2019. 259 p.
- AB’SABER, A. **Bases para o estudo dos ecossistemas da Amazônia brasileira.** ESTUDOS AVANÇADOS 16 (45), 2002. p. 7-30.
- AB’SABER, A. N. **Potencialidades paisagísticas brasileiras.** In: Os domínios da natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. Ateliê editorial, 2003.
- AB’SABER, A. **Problemas da Amazônia Brasileira.** Dossiê Amazônia Brasileira I. Estudos Avançados. 2005. p. 7-35.
- ABREU, F. **O solo da Amazônia.** Rev. Brasileira de Geografia. 1942. p. 299-303
- ALVES, L. G. S. **Aprimoramentos de série de dados de vazão em regimes sob efeito de remanso hidráulico variável: impactos na modelagem hidrológica e hidrodinâmica da bacia Amazônica.** Tese de doutorado - Universidade Federal de Viçosa, MG, 2018. 76 p. https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/19642/1/tese_luna.pdf
- ALVES, N. S. **Mapeamento Hidromorfodinâmico do Complexo Fluvial de Anavilhanas. Contribuição aos estudos de geomorfologia fluvial de rios amazônicos.** Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Geografia Física. Universidade de São Paulo – USP. São Paulo. 2013. p. 212.
- ALBERNAZ, A. L.; COSTA, L. R. F. **Conservação da Várzea: identificação e caracterização de regiões biogeográficas.** Ana Luiza K. M. Albernaz, Organizadora. – Manaus: Ibama/ProVárzea, 2008.
- ALMEIDA FILHO, R. MIRANDA, F. P.; BEISL, C. H. **Evidência de uma mega captura fluvial no Rio Negro (Amazônia) revelada em modelo de elevação digital da SRTM.** Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 1701-1707.
- ANA. Agência Nacional de Águas. **Região Hidrográfica Amazônica.** Disponível em: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/portais/bacias/amazonica.aspx>. Acessado em: 18 de dezembro de 2021
- ANDRADE, G. O. **Paraná e Igarapés: Análise genética de alguns elementos do sistemapotamográfico amazônico.** Revista Geográfica, T. 22, nº. 48. 1958. p. 3-36. Pan American Institute of Geography and History. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/40996475>. Acessado em 23 de maio de 2020.
- ANJOS, L. C. dos; ALBUQUERQUE, A. R. da C. **O acesso geográfico à saúde no triângulo fluvial do setor central da Amazônia.** 2019. Rev. Confins Dossiê Amazonas. n. 43.

Disponível em: <http://journals.openedition.org/confins/25386> acessado em: 18 agosto 2021.
DOI: <https://doi.org/10.4000/confins.25386>

ARAÚJO, A. G. S. **Morfodinâmica fluvial do rio Amazonas entre a Ilha do Careiro e a Costa do Varre Vento-AM**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Amazonas. Programa de Pós-Graduação em Geografia. 2018. 130 p.

BEZERRA, P.E.L. **Compartimentação morfotectônica do interflúvio Solimões-Negro**. Tese de doutorado defendida no Centro de Geociências da Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém (PA). 2003. 335p.

BRANDÃO, J. C. M. **Estudo da similaridade entre os sistemas agroflorestais e os sistemas tradicionais de cultivos da Amazônia Central – Paraná do Careiro**. Manaus: UFAM. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias, Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Amazonas, 2004.

BRANDÃO, J. P. **Uso e ocupação da terra e a sustentabilidade ambiental da dinâmica fluvial das microbacias hidrográficas Zé Açú e Tracajá na Amazônia Ocidental**. Tese de Doutorado. Centro de Desenvolvimento Sustentável. Universidade de Brasília, 2013. 210 p.

CAPUTO, M. V. **Discussão sobre a Formação Alter do Chão e o Alto de Monte Alegre**. 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Mario-Caputo-2/publication/275892788_Discussao_sobre_a_Formacao_Alter_do_Chao_e_o_Alto_de_Mont_e_Alegre/links/5549281b0cf205bce7ac036d/Discussao-sobre-a-Formacao-Alter-do-Chao-e-o-Alto-de-Monte-Alegre.pdf. Acessado em: 21 de março de 2021.

CARVALHO, J. A. L. **Terras Caídas e Consequências Sociais: Costa do Miracouera – Paraná da Trindade, Município de Itacoatiara - AM, Brasil**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Sociedade e Cultura da Amazônia - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2006. 141 p.

CARVALHO, J. A. L. de. **Erosão nas margens do Rio Amazonas: o fenômeno das terras caídas e suas implicações na vida dos moradores**. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal Fluminense, 2012. 187 p.

CARVALHO, A. S. de; REZENDE, M. G. G.; COSTA, M. S. B. da; FRAXE, T. de J. P. **Sazonalidade e adaptabilidade humana na Comunidade São José (Careiro da Várzea, AM)**. 2018. Rev. Terceira Margem Amazônia. n. 11. p. 210-224. Disponível em: <http://docplayer.com.br/123873244-Sazonalidade-e-adaptabilidade-humana-na-comunidade-sao-jose-careiro-da-varzea-am.html> acessado em 18 de agosto de 2021.

CASTRO, C. C. C. de; PACHÊCO, J. B. (2011). **Dinâmica do rio Solimões/Amazonas: mudanças na paisagem e o modo de vida no Curari e Curarizinho**. In: CONIC - XX CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFAM, 2011.

COSTA, F. A. IHEVTIN, T.; **A Agropecuária na Economia de Várzea da Amazônia: Os Desafios do Desenvolvimento Sustentável**. Manaus, Ibama/Pró-Várzea, 2007. 202 p.

COSTA, J.B.S.; BEMERGUY, R.L.; HASUI, Y.; BORGES, M.S.; FERREIRA JÚNIOR, C.R.P.; BEZERRA, P.E.L.; COSTA, M.L. & FERNANDES, J.M.G. **Neotectônica da região Amazônica: aspectos tectônicos, geomorfológicos e posicionais**. GEONOMOS, 1996. p. 23-44. Disponível em: www.igc.ufmg.br/portaldeperiodicos/index.php/geonomos/article/view/199/0. Acessado em: 23 de maio de 2019.

CUNHA, S.B. **Bacias Hidrográficas**. In: Geomorfologia do Brasil, 3ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. São Paulo: Edgard Blucher, 1980, 2a. ed. 188 p.

CHRISTOFOLETTI A.; **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Edgard Blucher, 1981. 297 p.

CPRM. **Rios da Bacia do Amazonas iniciam período de vazante**. Disponível em: <https://www.sgb.gov.br/publique/Noticias/Rios-da-Bacia-do-Amazonas-iniciam-periodo-de-vazante-8092.html?from%5Finfo%5Findex=1>. Acessado em 30 de julho de 2023.

CPRM. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. **Boletim de Monitoramento Hidrometeorológico da Amazônia Ocidental**. Boletim nº 40 Serviço Geológico do Brasil (SGB). 2020. Disponível em: https://www.cprm.gov.br/sace/boletins/Amazonas/20201009_18-20201009%20%20194151.pdf. Acessado em: 03 de novembro de 2020.

CPRM. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. **Boletim de Monitoramento Hidrometeorológico da Amazônia Ocidental**. Boletim nº 25 Serviço Geológico do Brasil (SGB). 2020. Disponível em: https://www.cprm.gov.br/sace/boletins/Amazonas/20200626_15-20200626%20%20154518.pdf. Acessado em: 03 de novembro de 2020.

CRUZ, M. de J. M. da. **Territorialização camponesa na várzea da Amazônia**. Tese (Doutorado em Geografia Física), Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo- SP, 2007. 261 p.

DANTAS, M. E.; MANSINI, M. A. **Compartimentação geomorfológica**. In: Geologia e Recursos Naturais do Estado do Amazonas. Programa Geologia do Brasil. Integração, Atualização e Difusão dos Dados da Geologia do Brasil. Amazonas: CPRM, 2010. 275 p. Disponível em: http://www.cprm.gov.br/publique/media/rel_amazonas.pdf. Acessado em: 20 de setembro de 2020.

DANTAS, M. E. **Biblioteca do relevo do território brasileiro**. In: Geodiversidade do Estado do Amazonas. Programa Geologia do Brasil. Levantamento da Geodiversidade. CPRM, 2010. 275 p.

DELGADO, M. B. de C. **As trilhas do espaço-tempo na paisagem das seções fluviais inferior-médio do igarapé do Quarenta: sistema hidrográfico de Educandos**. Dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Geografia PPGeo da Universidade Federal do Amazonas – UFAM. 2022. 152 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Satélites de monitoramento. Landsat Land Remote Sensing Satellite. Fonte: <https://www.embrapa.br/satelites-de-monitoramento/missoes/landsat>. Acesso em 04 de fevereiro de 2022.

FÉLIX, R. O.; PACHECO, J. B.; BRANDÃO, J. C. M. **Sistemas hídricos e as atividades dos sistemas produtivos na Ilha do Careiro (Careiro da Várzea – Amazonas – Brasil)**. In: Anais do Seminário Internacional de Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia. Pereira, Henrique S. e Cavalcante, Katia V. (org.). Manaus. 2014. Vol 3. p. 394-407

FILIZOLA, N.; GUYOT, J. L.; MOLINIER, M.; GUIMARÃES, V.; OLIVEIRA, E.; FREITAS, A. M. **Caracterização hidrológica da Bacia Amazônica**. In: Rivas, A. & Freitas, C.E. de C. *Amazônia uma perspectiva interdisciplinar*. 2002. Ed. EDUA, pp.33-53, Manaus, Brasil.

FISCH, G.; MARENGO, J.A.; NOBRE, C.A. **Uma Revisão Geral sobre o Clima da Amazônia**. Acta Amazonica. 1998. p. 101-126.

IGREJA, H. **Aspectos do Modelo Neotectônico da Placa Sul-Americana na Província Estrutural Amazônica**. Tese para Professor Titular apresentada na Universidade Federal do Amazonas. 1998. 155p.

IGREJA, H. L. S.; FRANZINELLI, E. **Estudos neotectônicos na região do baixo rio Negro, centro-nordeste do estado do Amazonas**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36., 1990, Natal. Anais... Natal/RN: SBG/NE, 1990. p. 2099-2108.

FRANZIELLI, E. **Características morfológicas da confluência dos rios Negro e Solimões (Amazonas, Brasil)**. Revista Brasileira de Geociências, v.41, n.2, 2011. p. 587-596.

FRANZINELLI, E.; H. IGREJA. **Ponta das Lajes e o Encontro das Águas, AM: A Formação Alter do Chão como moldura geológica do espetacular Encontro das Águas**. Winge, M. *et al.* (Ed.). 2013. *Sítios geológicos e Paleontológicos do Brasil*. Brasília: CPRM, 2011, v.3. 332p. Disponível em: <http://sigep.cprm.gov.br/sitio054/sitio054.pdf> acessado em: 23 de novembro de 2022

FREITAS, V. O.; TEIXEIRA, V. M.; ALMEIDA, R. P. P.; SANCHES, E.; SILVA, C. L.; VAL, P. F. A.; MORALES, N. **Captura de drenagens na borda norte da Bacia do Amazonas: bacias dos rios Curiauí e Apuaú**. Disponível em: <http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal15/Nuevastechnologias/Teledeteccion/05.pdf> acessado em: 20 de janeiro de 2023.

GATTO, L. C. S. Relevô. In: **Geografia do Brasil: Região Norte**. IBGE. Departamento de Geociências. V 3. 1989. 305 p.

HOREL, J.D.; HAHMANN, A.N.; GCISLER, J.E. **An investigation of the annual cycle of convective activity over the tropical Americas**. *Journal of Climate*. 1989. p. 388-1403.

GUERRA, A. J. T.; GUERRA, A. T. **Dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997. 652 p.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 15 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2021. 474 p.

IBGE. I Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual Técnico de uso e ocupação da Terra**. 2013. 170 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81615.pdf>. Acessado em: 09 de julho de 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malha municipal 2022**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html?=&t=downloads>. Acesso em: 30 de maio de 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cartas sobre a Geomorfologia na escala 1:250 000, disponibilizadas de acordo com o recorte geográfico do Mapeamento Topográfico Sistemático Terrestre do Brasil**. Disponível em: https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/geomorfologia/vetores/escala_250_mil/versao_2021/ Acessado em: 05 de novembro de 2023.

IGREJA, H.; FRANZINELLI, E. 2007. **Aspecto da Neotectônica no Encontro das Águas**. SBG/NO, X Simposio de Geologia da Amazônia, Porto Velho, CD-Rom.

IGREJA, H. **A neotectônica e as mudanças hidrogeológicas do sistema fluvial Solimões-Amazonas: “Encontro das Águas de Manaus - EAM” – Amazonas, Brasil**. REVISTA GEONORTE, Edição Especial, V.2, N.4, p.20 – 33, 2012.

IGREJA, H., TOLEDANO, S., FORTES, M. **Revisão conceitual de paraná com base na geologia e geomorfologia: Paraná do Careiro, Estado do Amazonas, Brasil**. VI Semana de Geografia do Amazonas. 1995. p. 61 – 79.

IRIONDO, M.; SUGUIO, K. 1981. **Neotectonics of the Amazon Plain**. Bulletin INQUA, Neotectonic Commission 4.72-78.

JUNK, W. J. **Recursos hídricos da região amazônica: utilização e preservação**. Acta Amazônica. 1979. p. 37-51.

JUNK, W. J. **As águas da região Amazônica**. In: Amazônia; desenvolvimento, integração, ecologia. São Paulo: Brasiliense; (Brasília) CNPq, 1983. 45-100 p. Áreas inundáveis – Um desafio para a limnologia. Acta Amazônica. 10 (4): 775-795, 1980.

KISTLER, P. **Historical Resumé of the Amazon Basin**. Belém: PETROBRAS – Relatório Interno, nº 104-A, 1954.

LATRUBESSE, E. M., FRANZINELLI, E. (2002). **The Holocene alluvial plain of the middle Amazon River, Brazil**. Elsevier Science B. V. Geomorphology, 44(3-4), 241-257. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169555X01001775>. Acessado em: 20 de setembro de 2021.

LATRUBESSE, E. M.; STEVAUX J. C., e SINHA R. **Grandes sistemas fluviais tropicais: uma visão geral**. Revista Brasileira de Geomorfologia. Ano 6 Nº 1, 2005. p. 01-18.

LEMOS, R. S.; CARVALHO, V. L. M.; MAGALHÃES JUNIOR, A. P.; POLIGNANO, M. V.; LOPES, F. **Elaboração de um protocolo de avaliação rápida de cursos d'água e aplicação em sub-bacias hidrográficas do ribeirão Pampulha, bacia do Rio das Velhas, Minas Gerais - Brasil.** In: III Seminário Nacional sobre o Tratamento de Áreas de Preservação Permanente em Meio Urbano e Restrições Ambientais ao Parcelamento do Solo, 2014, Belém. Anais [...]. Belém, 2014. Disponível em: <http://anpur.org.br/app-urbana-2014/anais/ARQUIVOS/GT4-287-92-20140625154403.pdf>. Acessado em: 23 de novembro de 2022.

LIMA, D. M.; ALENCAR, E. F.; **Histórico de ocupação humana e mobilidade geográfica de assentamentos na Várzea do médio Solimões. População e Meio Ambiente: Debates e Desafios.** Org: Haroldo Torres e Heloisa Costa. 2 ed. São Paulo: editora Senac. São Paulo, 2006. p 133-161.

LIMA, H. N.; TEIXEIRA, W. G.; SOUZA, K. W. **Os solos da paisagem de Várzea com ênfase no trecho entre Coari e Manaus.** p. 35-52. In: Comunidades ribeirinhas amazônicas: modos de vida e uso dos recursos naturais. Org. FRAXE, T. de J.P.; PEREIRA, H. dos S.; WITKOSKI, A. C. Manaus: EDUA, 2007. 224 p.

LIMA, R. R. **Aspectos fisiográficos da região amazônica.** p. 307-317. In: A agricultura nas Várzea do estuário do Amazonas. Boletim Técnico. IAN, Belém, PA, n. 33, p. 1-159, 1956. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/215505/1/Aspectos-fisiograficos-da-regiao.pdf> acessado em: 23 de janeiro de 2022

LOPES, A. B; VIEIRA, M. R. S.; LIMA FILHO, A. A.; SILVESTRE, E. G.; SILVESTRE, F. G. **Anomalias na precipitação de quatro municípios do Amazonas, Brasil.** Research, Society and Development, v. 10, n. 14. 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i14.21766>. Acessado em: 13 de julho de 2024.

MERTES, L. A. K.; DUNNE, T.; MARTINELLI, L. A. **Channel-floodplain geomorphology along the Solimões-Amazon River, Brazil.** GSA Bulletin; v. 108; no. 9. 1996. p. 1089–1107.

MAIA, M. A. M.; TEIXEIRA, S. G.; MARMOS, J. L.; AGUIAR, C. J. B.; SHINZATO, E. **Geodiversidade: adequabilidades/potencialidades e limitações frente ao uso e ocupação.** In: Geodiversidade do Estado do Amazonas. Programa Geologia do Brasil. Levantamento da Geodiversidade. CPRM, 2010. 275 p.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. P; BARROS, L. F. P. **Bases teóricas e fatores controladores da dinâmica fluvial. In: Hidrogeomorfologia: formas, processos e registros sedimentares fluviais.** 1 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020. 417 p.

MARENGO, J. A.; TOMASELLA, J.; ALVES, L. M.; SOARES, W. R.; RODRIGUEZ, D. **A seca de 2010 no contexto das secas históricas na região amazônica.** v. 38, p. 1-5, 2011. Disponível em: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2011GL047436>. Acessado em: 09 de agosto de 2023.

MARINHO, R. R.; MELO, E. **Análise multitemporal da geomorfologia fluvial do rio Solimões entre dois períodos hidrológicos (cheia de 1999 e a vazante 2005)**. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 4765-4772.

MOLINIER M., GUYOT J.L., OLIVEIRA E. DE, GUIMARÃES V., CHAVES A. 1994. Hidrologia da Bacia do Rio Amazonas. *A Água em Revista*, 2(3): 31-36. CPRM, Rio de Janeiro.

MOLINIER M., GUYOT J.L., OLIVEIRA DE E., GUIMARÃES V. 1996. Les régimes hydrologiques de l'Amazonie et de ses affluents, 209-222. In *L'hydrologie tropicale*, IAHS, Paris.

MOURA, P. **Relevo da Amazônia**. *Revista Brasileira de Geografia*. 1943. p. 323-343. n 03. Ano V

MORIN, E. **Introdução ao Pensamento Complexo**. 5 ed. Porto Alegre: Editora Sulina, 2005. 120 p.

MORIN, E. **O Método I: A natureza da natureza**. Tradução: Ilana Heineberg. Porto Alegre: Sulina, 2016. 477 p.

MORIN, E. **O Método III: O conhecimento do conhecimento**. 5 ed. Tradução: Juremir Machado da Silva. Porto Alegre: Sulina, 2015. 286 p.

NOGUEIRA, R. J. B. **O banho de rio: um mergulho na tradição amazônica**. *Revista Franco-Brasileira de Geografia, Confins*. N. 53, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.4000/confins.44074>

NOVO E. M. L.; **Ambientes Fluviais**. In: **Geomorfologia: Conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. p. 219-225.

PACHECO, J. B.; BRANDÃO, J. C. M. **Geomorfologia Fluvial do Rio Solimões/Amazonas: estratégias do povo vazeano do Sudoeste do careiro da várzea**. *Revista Geonorte*. Edição Especial, V.2, N.4, p.542-554. 2012.

PACHECO, J. B.; SEIXAS, S. do S.; BRANDÃO, J. C. M. **Conflitos entre o uso e ocupação das áreas de preservação permanente e a fluvialidade na APA GUAJUMA**. In: *Anais... XXIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos (ABRHidro)*, Foz do Iguaçu (PR), Brasil, nov., 2019. (ISSN 2318-0358). Disponível em: <https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/107/XXIII-SBRH1134-2-20190808-010728.pdf>. Acessado em: 15 de novembro de 2022.

PACHECO, J. B.; BRANDÃO, CARVALHO, J.C.M. **As estratégias das famílias amazônicas e as terras caídas do Curari (Amazonas-Brasil)**. In: *Colóqui Ibérico de Geografia*, XIV, 2014; Minho – Portugal. *Anais...XIV Departamento de Geografia, Universidade do Minho*. 2014. p. 1-6. 2014. XIV Colóquio Ibérico de Geografia.

PACHECO, J. B.; BRANDÃO, J. C. M.; BRANDÃO, C. A. P. **A cidade nas várzeas da Amazônia: a (re) organização espacial de 1890 à década de 1990**. v. 01. 1 ed. Curitiba: CRV, 2018. 126 p.

PINTO, M.C. **Correlações entre as dinâmicas geomorfológicas e pecuárias na margem esquerda do rio Madeira, município de Autazes (AM)**. Dissertação de mestrado (Programa de Pós-Graduação em Geociências) UFAM. 2016. 131 p.

PINTO, W.H.A. **Uso das Imagens SAR R99B para Mapeamento Geomorfológico do furo do Ariaú no município de Iranduba-AM**. Tese (Doutorado em Geografia Física), Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo 2013, 125 p.

PORTO DE MANAUS. **Nível do Rio Negro**. Disponível em: <https://www.portodemanaus.com.br/?pagina=nivel-do-rio-negro-hoje>. Acessado em: 03 de novembro de 2020.

Projeto TERRACLASS AMAZÔNIA. **Dados de uso e cobertura da Amazônia no ano de 2022**. Disponível em: <https://www.terraclass.gov.br/download-de-dados>. Acessado em: 20 de abril de 2024.

Projeto RADAMBRASIL. 1978. **Levantamento de recursos naturais**. Vol. 17. Folha SA-21 Santarém. Ministério das Minas e Energia, Departamento Nacional da Produção Mineral. Roddaz, M.; Viers, J.; Brusset, S.; Baby, P.; Herail, G. 2005. Sediment provenances and drainage evolution of the Neogene Amazonian foreland basin. *Earth and Planetary Science Letters*, 239: 57-78.

REIS, N. J; ALMEIDA, M. E. **Arcabouço geológico**. In: *Geologia e Recursos Naturais do Estado do Amazonas*. Programa Geologia do Brasil. Integração, Atualização e Difusão dos Dados da Geologia do Brasil. Amazonas: CPRM, 2010. 144 p. Disponível em: http://www.cprm.gov.br/publique/media/rel_amazonas.pdf. Acessado em: 20 de setembro de 2020.

RIBEIRO, O. L.; SILVA, C. L.; MORALES, N.; MIRANDA, F. P.; ALMEIDA, R. BAISEL, C. H. FILIZOLA, N. P. J. **Controle tectônico na planície do Rio Solimões, região de Coari (AM), a partir de análise em imagens ópticas e dados SRTM**. In: *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. INPE. Natal, Brasil. Anais...XIV. 2009, p. 3301-3308.

RODRIGUES, F.G.de S. **O conceito de “terras caídas” e a caracterização morfodinâmica fluvial do Alto Solimões**. *Revista Geonordeste*, São Cristóvão, Ano XXV, n. 3, ago./dez. 2014 p. 4-23. Disponível em: www.seer.ufs.br/index.php/geonordeste/article/download/2868/pd. Acessado em: 23 de novembro de 2019.

RODRIGUES, R. M. **A flora da Amazônia**. Belém (PA):Cultural/CEJUP, 1989.

ROZO, J.M.G. **Evolução holocênica do Rio Amazonas entre a Ilha do Careiro e a foz do Rio Madeira**. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM. 2004. 98 p.

ROZO, J.M.G., Nogueira, A.C.R, Carvalho, A. S., 2005. **Análise Multitemporal do Sistema Fluvial do Amazonas entre a Ilha do Careiro e a foz do Rio Madeira**. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia. **Anais INPE**, p.1875-1882

SALATI, E.; MARQUES, J. **Climatology of the Amazon region**. In: **The Amazon Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin**. Sioli H. Dordrecht: Junk publ. 1984. p. 85-126.

SANTOS, L. S. S.; ALBUQUERQUE, A. R. C. **Careiro da Várzea: um olhar geográfico numa escala micro dos processos espaciais que se desenrolam dentro da geografia urbana – rio Amazonas-Solimões**. 2010 Disponível em: bservatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal14/Geografiasocioeconomica/Geografiaespacial/10.pdf. **Acessado em: 20 de janeiro de 2022**.

SERRÃO, E.; SANTOS, C.; WANZELER, R.; GONÇALVES, L.; LIMA, A. **Avaliação da seca de 2005 e 2010 na Amazônia: análise da bacia hidrográfica do rio Solimões**. 5 - 20 Rev. Geogr. Acadêmica v.9, n.2. 2015. 20 p. Research, Society and Development. Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/download>

Serviço Geológico do Brasil. **Relatório da cheia fluvial de 2014**. SGB/CPRM. Disponível em: https://www.sgb.gov.br/sace/rehi/manaus/rel_final_2014.pdf. **Acessado em 23 de maio de 2024**.

Serviço Geológico do Brasil. **Boletim N° 26 – 2015**. SGB/CPRM; Agência Nacional de Águas (ANA). Disponível em: https://www.sgb.gov.br/sace/rehi/manaus/alerta26_2015.pdf. **Acessado em 23 de maio de 2024**.

Serviço Geológico do Brasil. **Boletim N° 41 – 2023**. SGB/CPRM – **monitoramento hidrológico da bacia do Amazonas**; Agência Nacional de Águas (ANA). Disponível em: https://www.sgb.gov.br/sace/boletins/Amazonas/20231011_2320231011%20%20235354.pdf. **Acessado em 23 de maio de 2024**.

Serviço Geológico do Brasil. **Boletim N° 43 – 2020**. SGB/CPRM; Agência Nacional de Águas (ANA). Disponível em: https://www.sgb.gov.br/sace/boletins/Amazonas/20201030_15-20201030%20-%20152006.pdf. **Acessado em 23 de maio de 2024**.

SIOLI, H. **Alguns resultados e problemas da limnologia Amazônica**. Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Norte, n° 24. 1951. p. 1-44.

SIOLI, H.; KLINGE, H. **Solos, tipos de vegetação e águas na Amazônia**. Boletim Geográfico, Rio de Janeiro, 27 (179): 1964.146-153 p.

SIOLI, H. The Amazon And Its Main Afluentes: Hydrography, Morphology of the River Course, And River Types, 127-165. In: The Amazon, Limnology And Landscape Ecology Of A Mighty Tropical River And Its Basin. Sioli H. (Ed.) Junk Publ., Dordrecht. 1984.

SIOLI, H. **Amazônia: Fundamentos da ecologia da maior região de florestas tropicais**. 2.ed. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 1985.

SILVA, C. L.; ROSSETTI, D. de F. **História Geológica dos rios na Amazônia**. Ciência e Cultura. vol. 61 no.3 São Paulo - SP. 2009. 24-26 p. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v61n3/a10v61n3.pdf>. Acessado em: 15 de agosto de 2020.

SILVA, M. do C. de O. **A Paisagem na Gleba Vila Amazônia: A Impressão na Fisionomia de Terra Firme pelos Sistemas Agroflorestais Espontâneos**. Dissertação de mestrado (Programa de Pós-Graduação em Geografia - PPGEO) UFAM. 2017. 188 p.

SILVA, S. H.; NODA, S. N. **A Dinâmica entre as águas e terras na Amazônia e seus efeitos sobre as várzeas**. Ambiente e Água - Revista Interdisciplinar de Ciências Aplicadas 11(2). Abril de 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/301333109_A_Dinamica_entre_as_aguas_e_terras_na_Amazonia_e_seus_efeitos_sobre_as_varzeas

SOARES, L. C. Hidrografia. In: **Geografia do Brasil: Região Norte**. IBGE. Departamento de Geociências. V 3. 1989. 305 p.

SOUZA, E. L.; GALVÃO, P. H. F.; PINHEIRO, C. S. S. P.; BAESSA, M. P. M.; DEMÉTRIO, J. G. A. BRITO, W. R. R. **Síntese da hidrogeologia nas bacias sedimentares do Amazonas e do Solimões: Sistemas Aquíferos Içá-Solimões e Alter do Chão**. Rev. do Instituto de Geociências da USP. São Paulo, v. 13, n. 1, 2013 p. 107-117.

SOUSA, I. S. **A Ponte Rio Negro e a reestruturação do espaço na região metropolitana de Manaus um olhar a partir de Iranduba e Manacapuru**. Manaus: UEA. Edições, 2015.

STEAUVAUX, J. C.; LATRUBESSE, E. M. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo, Oficina de Textos, 2017. 333 p.

STERNBERG, O. **Vales tectônicos na planície amazônica?** Rev. Brasileira de Geografia. Ano XII. Nº 04. 1950. p. 511-534.

STERNBERG H. O. R.; **A água e o homem na Várzea do Careiro**. 2 ed. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi. 1998. 330 p.

SUGUIO, K. **Geologia sedimentar**. São Paulo, Edgard Blucher, 2003. 400 p.

SUGUIO, K.; BIGARELLA, J. J. **Ambientes Fluviais**. Florianópolis: UFSC, 1990. 178 p.

STANLEY, M. Welcome to the 21st century, *Geodiversity*. 2001. p. 1-8.

VAL, P.F.A.; SILVA, C.L.; SANTOS, J.M.; MORALES, N.; HARBOR, D. **Distribuição de knickpoints em bacias de drenagem na região de Manaus (AM) e seu potencial para o estudo neotectônico e evolução da paisagem**. In: Contribuições à Geologia da Amazônia. Sociedade Brasileira de Geologia (NO). WANKLER, F. L.; HOLANDA, E. C.; VASQUEZ, M. L. (Org.). 2013, vol. 8, p. 7-24.

TEIXEIRA, W. G. *et al.* **Os solos das Várzea próximas à calha do rio Solimões-Amazonas no estado do Amazonas**. In: WORKSHOP GEOTECNOLOGIAS APLICADAS ÀS ÁREAS DE VÁRZEA DA AMAZÔNIA, 1., 2007, Manaus. **Anais...Manaus**: IBAMA, 2007. p. 29-36.

<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/681408/os-solos-das-varzeas-proximas-a-calha-dos-rios-solimoes---amazonas-no-estado-do-amazonas>

TEIXEIRA, W. G.; ARRUDA, W.; SHINZATO, E.; MACEDO, R. S.; MARTINS, G. C.; LIMA, H. N.; RODRIGUES, E. R. **Solos**. p. 73-86 In: Geologia e Recursos Naturais do Estado do Amazonas. Programa Geologia do Brasil. Integração, Atualização e Difusão dos Dados da Geologia do Brasil. Amazonas: CPRM, 2010. 275 p. Disponível em: http://www.cprm.gov.br/publique/media/rel_amazonas.pdf. Acessado em: 20 de setembro de 2020.

TEIXEIRA, W. G.; PINTO, W. H.; SILVA, C. B. S. da; LIMA, H. N.; MACEDO, R. S. **O solo de Várzea nas margens do rio Negro – Amazonas – Brasil**. 2009. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/112026/1/2669.pdf>

TOWNSEND, C. R. COSTA, N. L.; ARAÚJO, R. G. **Pastagens nativas na Amazônia brasileira. Porto Velho, RO**. Embrapa Rondônia, 2012. 25 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/958299/1/doc149pastagensnativas.p>

TRICART J. 1977. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, Recursos Naturais e Meio Ambiente. 91p.

TRICART, J. **Tipos de planícies aluviais da Amazônia brasileira**. Revista Brasileira de Geografia. Rio de Janeiro, 39(2): 3-40, abr./jun. 1974. Disponível em: http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/115/rbg_1977_v39_n2.pdf. Acessado em: 14 de abril de 2020.

ANEXO I

PROTOCOLO DE INVENTARIAMENTO GEOGRÁFICO – SISTEMA HIDROGEOMORFOLÓGICO												
Localização:			Data:		Período fluvial:		Cheia		Vazante			
Coordenadas geográfica:					Aplicador:							
Erro médio GPS												
Descrição do ambiente:												
Nº	Parâmetro	00	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
1	Coloração da água											
2	Nível de água fluvial											
3	Odor da água											
4	Oleosidade na água											
5	Espuma não-natural sobre a água											
6	Estabilidade das margens dos rios											
7	Incisão (sulcos, ravinas, MGM)											
8	Extensão de mata ciliar preservada											
9	Ocupação nas margens											
10	Residência tipo flutuante no rio											
11	Alterações antrópicas nos sistemas hídricos											
12	Lixo orgânico e resíduos/sólidos na água											
13	Navegabilidade nos Sistemas Hídricos											
14	Irrigação e dessedentação											
15	Condições meteorológicas											
16	Depósitos sedimentares											
81- 100 – Sistema hidrogeomorfológico em boas condições		<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 0 auto; width: 80%;"> Responsável pela pesquisa: Mônica Cortêz Pinto Orientadora: Profa. Dra. Jesúete Brandão Pachêco Pesquisa de tese de doutorado FIG I </div>										
61- 80 – Sistema hidrogeomorfológico equilibrado												
41- 60 – Sistema pouco alterado												
21- 40 – Sistema alterado												
0 -20 – Sistema em nível crítico/inexiste												

ANEXO II

PROTOCOLO DE INVENTARIAMENTO GEOGRÁFICO – USO E OCUPAÇÃO DA TERRA												
Localização:			Data:			Período fluvial:		Cheia		Vazante		
Coordenadas geográfica:						Aplicador:						
Erro médio GPS												
Descrição do ambiente:												
Nº	Parâmetro	00	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
1	Estradas e ramais											
2	Portos											
3	Comunidades, vilas e sede municipal											
4	Fazendas											
5	Plantios/agricultura											
6	Atividade pecuarista											
7	Áreas desmatadas											
8	Áreas florestadas											
9	Vegetação de várzea											
10	Campos naturais de várzea											
11	Uso das várzeas para pastagem											
12	Uso das várzeas para plantio											
13	Vegetação de igapó											
14	Extração de materiais e minerais											
15	Solo exposto											
16	Terras caídas – cicatrizes											
17	Afloramento rochoso											
81- 100 – Sistema em boas condições 61- 80 – Sistema equilibrado 41- 60 – Sistema pouco alterado 21- 40 – Sistema alterado 0 -20 – Sistema em nível crítico/inexiste			Responsável pela pesquisa: Mônica Cortêz Pinto Orientadora: Profa. Dra. Jesúete Brandão Pachêco Pesquisa de tese de doutorado FIG I									

ANEXO III

Parâmetros da Fisiografia da Paisagem Fluvial do Médio Curso do Rio Solimões-Amazonas		Pontuações da Intensidade das Perturbações					
		00-20	21-40	41-60	61-80	81-100	Total
2. Parâmetro específico: Sistema hidrogeomorfológico							
2.1	Coloração da água					92	92
2.2	Nível de água fluvial		30				30
2.3	Odor da água				78		78
2.4	Oleosidade na água				80		80
2.5	Espuma não-natural sobre a água				77		77
2.6	Estabilidade das margens dos rios			58			58
2.7	Incisão (sulcos, ravinas, MGM)			52			52
2.8	Extensão de mata ciliar preservada				72		72
2.9	Ocupação nas margens			60			60
2.10	Residência tipo flutuante no rio			57			57
2.11	Alterações antrópicas nos sistemas hídricos			49			49
2.12	Lixo orgânico e resíduos/sólidos na água				79		79
2.13	Navegabilidade nos Sistemas Hídricos					89	89
2.14	Uso dos sistemas hídricos para irrigação e dessedentação				66		66
2.15	Condições meteorológicas		25				25
2.16	Depósitos sedimentares				75		75

81-100 – Sistema hidrogeomorfológico em boas condições

61-80 – Sistema equilibrado

41-60 – Sistema pouco alterado

21-40 – Sistema alterado

0 -20 – Sistema em nível crítico/inexiste

ANEXO IV

Parâmetros da Fisiografia da Paisagem Fluvial do Médio Curso do Rio Solimões-Amazonas		Pontuações da Intensidade das Perturbações					
1. Parâmetro específico: Uso e ocupação da terra		00-20	21-40	41-60	61-80	81-100	Total
1.1	Estradas e ramais			42			42
1.2	Portos				70		70
1.3	Comunidades, vilas e sede municipal		36				36
1.4	Fazendas		40				40
1.5	Plantios/agricultura			52			52
1.6	Atividade pecuarista		42				42
1.7	Áreas desmatadas				63		63
1.8	Áreas florestadas				80		80
1.9	Vegetação de várzea					96	96
1.10	Campos naturais de várzea				75		75
1.11	Uso das várzeas para pastagem			54			54
1.12	Uso das várzeas para plantio			58			58
1.13	Vegetação de igapó	0					0
1.14	Extração de materiais e minerais	0					0
1.15	Solo exposto		24				24
1.16	Terras caídas – cicatrizes			60			60
1.17	Afloramento rochoso	0					0