



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



**RAIONE GONÇALVES DE CASTRO**

**IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS CAUSADOS PELAS CHEIAS EXTREMAS AOS  
MORADORES DA BACIA HIDROGRÁFICA URBANA DO IGARAPÉ XIDARINI,  
MÉDIO SOLIMÕES-AM, OCORRIDAS ENTRE 1993 A 2018**

**Manaus  
2019**

**RAIONE GONÇALVES DE CASTRO**

**IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS CAUSADOS PELAS CHEIAS EXTREMAS AOS  
MORADORES DA BACIA HIDROGRÁFICA URBANA DO IGARAPÉ XIDARINI,  
MÉDIO SOLIMÕES-AM, OCORRIDAS ENTRE 1993 A 2018**

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

**ORIENTADOR: Dr. JOSÉ ALBERTO LIMA DE CARVALHO**

**Manaus  
2019**

### Ficha Catalográfica

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

C355i Castro, Raione Gonçalves  
Impactos Socioambientais causados pelas Cheias Extremas aos moradores da Bacia Hidrográfica Urbana do Igarapé Xidarini, Médio Solimões - AM, ocorridas entre 1993 a 2018 / Raione Gonçalves Castro. 2019  
117 f.: il. color; 31 cm.

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

1. Impactos socioambientais. 2. Cheias extremas. 3. Igarapé Xidarini. 4. Tefé-AM. I. Carvalho, José Alberto Lima de II. Universidade Federal do Amazonas III. Título



**Poder Executivo**  
**Ministério da Educação**  
**Universidade Federal do Amazonas**  
 IFCHS/DEGEO/Programa de Pós-Graduação em Geografia  
 Mestrado e Doutorado Conceito 4-CAPES  
 Aprovado pela Resolução Nº 011 – CONSUNI de 11/07/2006  
 Reconhecido através da Portaria Nº 1.077 - MEC, de 31 de agosto de 2012



Ata da Defesa Pública da Dissertação de Mestrado do(a) Senhor(a) **RAIONE GONÇALVES DE CASTRO**, discente do Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Filosofia, Ciências Humanas e Sociais da Universidade Federal do Amazonas, Área de Concentração em Amazônia: Território e Ambiente, realizada no dia **09 de Julho de 2019**.

Aos nove dias do mês de Julho de dois mil e dezenove, às quatorze horas, na sala de Audiovisual do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Amazonas, realizou-se a Defesa Pública da Dissertação de Mestrado, intitulada **"IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS CAUSADOS PELAS CHEIAS EXTREMAS AOS MORADORES DA BACIA HIDROGRÁFICA URBANA DO IGARAPÉ XIDARINI, MÉDIO SOLIMÕES-AM, OCORRIDAS ENTRE 1993 A 2018"**, sob orientação do(a) Professor(a) Doutor(a) **JOSÉ ALBERTO LIMA DE CARVALHO (PPGEOG/UFAM)**, do(a) aluno(a) **RAIONE GONÇALVES DE CASTRO**, em conformidade com o Art. 83 do Regimento Geral de Pós-Graduação da Universidade Federal do Amazonas, como parte final de seu trabalho para a obtenção do grau de **MESTRE EM GEOGRAFIA**, área de concentração em **AMAZÔNIA: TERRITÓRIO E AMBIENTE**. A Banca Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Professor(a) Doutor(a) **José Alberto Lima de Carvalho (PPGEOG/UFAM)**, Professor(a) Doutor(a) **Alem Sílvia Marinho dos Santos, Membro Titular (UEA/PARINTINS)** e a Professor(a) Doutor(a) **Natacha Cíntia Regina Aleixo (PPGEOG/UFAM)**. O(A) Presidente da Banca Examinadora deu início à sessão convidando os membros da Banca e o(a) Mestrando(a) a tomarem seus lugares. Em seguida, o(a) Senhor(a) Presidente informou sobre o procedimento do exame. A palavra foi facultada ao(a) Mestrando(a) para apresentar uma síntese do seu estudo e responder às perguntas formuladas pelos Membros da Banca Examinadora. Após a apresentação e arguição pelos Membros da Banca Examinadora, esta reuniu-se onde decidiu, por unanimidade, que o(a) discente foi **"APROVADO"**. A sessão foi encerrada. Eu, Maria das Graças Luzeiro, Secretária do PPGEOG, lavrei a presente ata, que vai assinada por mim, pelos Membros da Banca Examinadora e pelo(a) Mestrando(a). Manaus (AM), 09 de Julho de 2019.

Banca Examinadora	Rubrica	Nota
Prof(a) Dr(a) José Alberto Lima de Carvalho Presidente (PPGEOG/UFAM)		"9,5"
Prof(a) Dr(a) Alem Sílvia Marinho dos Santos Membro Titular (UEA/PARINTINS)		"9,5"
Prof(a) Dr(a) Natacha Cíntia Regina Aleixo Membro Titular (PPGEOG/UFAM)		"9,5"
 Raione Gonçalves de Castro Mestrando		
	Maria das Graças Luzeiro Secretária do PPGEOG	

DEDICO este trabalho a minha mãe Nair Gonçalves de Castro. Ao meu avô materno, Evilázio Castro (*in memoriam*). E aos meus queridos irmãos.

## **AGRADECIMENTOS**

*A DEUS acima de tudo, pois sem ele nada disso teria acontecido.*

*A minha família, em especial a minha mãe Nair Gonçalves de Castro, a Ivoneide Pereira da Costa a quem também considero como uma segunda mãe. Aos meus irmãos, Raimunda (a Raimundinha), Jhonatan (“o Dhoca”), Iranilson, Josevane e Joseane (a Neide). Obrigado por fazerem parte da minha vida.*

*Ao meu orientador professor Doutor José Alberto Lima de Carvalho, pela oportunidade, confiança depositada em mim e, principalmente, pelas orientações.*

*A minha namorada Cristina Barbosa, pelo apoio e companheirismo nos momentos difíceis desse processo.*

*Aos colegas/amigos do PPGEQG Reumally Carvalho, Franciney Santos, Marcos Alfaia, Cirlene, Edgard Soares, Guilherme Vilagelin, Nágila Situba, Fabricio Leal e Leandro Felix, obrigado pela amizade.*

*Ao parceiro e grande amigo/irmão de orientação André Campos, o qual tenho muito apreço, sem dúvida, foi um “irmão” que o mestrado me proporcionou, serei eternamente grato por tudo meu caro colega.*

*Aos meus amigos de graduação e agora futuros mestres, alguns destes meus vizinhos também, Rosilene Batista, Abraão Zuza, Omar Neto, Ródia Amâncio e Jennifer Lopes, obrigado pelo apoio e a força que me deram.*

*Ao meu tio do coração Raimundo Pereira, por ter me dado à estadia quando precisei. Também ao incentivo incondicional que me deste.*

*Ao meu orientador da graduação e agora professor do PPGEQG Dr. João Cândido, por ter aberto o caminho na pesquisa científica durante o curso de Geografia, o meu muito obrigado.*

*Ao professor Dr. Roberto Monteiro de Oliveira por ter aceitado participar da banca de qualificação.*

*As professoras que fizeram parte da banca de defesa final, professora Dr. Natacha Cíntia Regina Aleixo e a Professora Alem Sílvia Marinho dos Santos, foram fundamentais nesse processo.*

*Aos professores do PPGEIO no qual fiz disciplina, em especial ao Professor Dr. José Aldemir de Oliveira, pela ajuda junto a FAPEAM e por sempre se preocupar com os alunos vindos do interior.*

*Aos professores da graduação, Eubia Andréa, Eliane Feitosa, Leonardo Mendes, Viviane Sussumo, Kátia Porto e Kristian Queiroz, pelos conhecimentos compartilhados durante a graduação.*

*Ao professor Jubrael Mesquita, pelas palavras de motivação e apoio nos momentos conturbados logo no início do mestrado. Obrigado Jubra.*

*A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM), pela concessão dos 22 meses de bolsa para pesquisa.*

*Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (UFAM) por ter aberto o caminho para que eu trilhasse mais essa conquista acadêmica.*

*A secretária do PPGEIOG, Graça Luzeiro e a sua assistente Nilzelane, pelo apoio técnico-administrativo e os esclarecimentos em relação as atividades do mestrado, sempre que necessário.*

*Ao colega Elialdo Silva (o Varão), pela ajuda durante uma das práticas de campo.*

*A professora Rosineide Monteiro pelo apoio na revisão textual do trabalho final.*

*Agradeço a Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil-COMPDEC de Tefé, na pessoa do Sr. Rewel Coordenador da Defesa Civil em Tefé e do Welliton Braga agente da COMPDEC também, pelas informações cedidas e civilidade.*

*Aos moradores entrevistados durante a prática de campo, por terem aceitado participar das entrevistas.*

*“Não há nenhuma outra floresta tropical no planeta onde o desnível entre as cheias e a seca seja de onze metros [...]. Os animais e plantas que lá vivem procuram suportar estas variações. E incrivelmente o homem também, com a sua enorme capacidade de adaptação e sobrevivência”*

*José Márcio Ayres*

## RESUMO

Na Amazônia dos imensos rios, homem e água sempre tiveram uma relação indissociável. Foi por meio dessas artérias de ligação que a conquista da região se consolidou. Todavia, a maneira como as cidades Amazônicas se estruturaram ao longo dos anos, tornou-se um fator causador de impactos socioambientais, sobretudo aqueles impulsionados pelo transbordamento dos rios, em anos de cheias extremas. Os rios da Amazônia possuem um regime hidrológico próprio. Carvalho (2006, p. 49) salienta que o regime hidrológico do rio Amazonas “resulta fundamentalmente do regime pluviométrico que é muito irregular espacial e temporalmente na região”. O autor concerne esse desequilíbrio ao “fenômeno de interferência”, a definição do regime hidrológico anual único para o rio Amazonas, que é de cheia e vazante. A presente pesquisa tem como objetivo analisar a natureza dos impactos socioambientais que as cheias extremas causam aos ocupantes inseridos nas áreas de domínios fluviais da Bacia Hidrográfica do Igarapé Xidarini-BHIX, no período de 1993 a 2018. A pesquisa foi pautada em uma abordagem sistêmica, onde a bacia hidrográfica foi considerada um sistema aberto, capaz de trocar energia e matéria, bem como sofrer intervenção da sociedade. Os procedimentos técnico-metodológicos da pesquisa ocorreram a partir da revisão de cunho bibliográfico sobre os temas abordados ao longo do trabalho, levantamento de dados secundários nos sites da ANA, INMET, da Defesa civil nacional e do município, bem como nas secretarias que atuam durante as cheias. Além disso, levantou-se dados primários por meio de entrevistas semiestruturadas com os moradores da bacia. Os resultados revelam que os impactos socioambientais estão vinculados ao crescimento acelerado e desordenado da cidade de Tefé aliado à ausência de ação do poder público, técnicas de construção adequadas, assim como cheias extremas e mais frequentes, tem sido elementos potencializadores dos impactos socioambientais, como: perdas humanas, materiais, doenças de veiculação hídrica, dificuldade de mobilidade urbana e etc. Embora alguns bairros do perímetro urbano tenham sido planejados, outra parte da cidade, como as áreas de domínios fluviais (planícies fluviais), inclusive a bacia hidrográfica do Igarapé Xidarini, foram ocupadas de maneira inadequada e sem nenhum controle do poder público. Os resultados mostram também que, a partir dos anos 2000, o fenômeno das cheias extremas vem ocorrendo em um intervalo de tempo cada vez menor. Enquanto as vazantes com cota abaixo de 1m, ocorrem a cada 5 anos. No contexto da ocupação da BHIX nos últimos 34 anos foi possível identificar que as áreas urbanizadas tiveram um aumento, sobretudo nas adjacências dos canais de drenagem, aumentando, de certa forma, a incidência dos impactos de ordem socioambiental.

**Palavras-chave:** Impactos socioambientais; Cheias Extremas; Igarapé Xidarini; Tefé-AM;

## RESUMEN

En la Amazonia de los inmensos ríos, el hombre y el agua siempre tuvieron una relación indisociable. Fue por medio de esas arterias de conexión que la conquista de la región se consolidó. Sin embargo, la manera como las ciudades amazónicas se estructuran a lo largo de los años, se ha convertido en un factor causante de impactos socioambientales, sobre todo aquellos impulsados por el desbordamiento de los ríos, en años de inundaciones extremas. Los ríos de la Amazonia poseen un régimen hidrológico propio. Que el régimen hidrológico del río Amazonas "resulta fundamentalmente del régimen pluviométrico que es muy irregular, espacial y temporal en la región" (Carvalho, 2006: 49). El autor concierne ese desequilibrio al "fenómeno de interferencia", la definición del régimen hidrológico anual único para el río Amazonas, que es de lleno y flotante. La presente investigación tiene como objetivo analizar la naturaleza de los impactos socioambientales que las inundaciones extremas causan a los ocupantes insertados en las áreas de dominios fluviales de la Cuenca Hidrográfica del Igarapé Xidarini-BHIX, en el período de 1993 a 2018. La investigación fue pauta en un abordaje sistémico, donde la cuenca hidrográfica fue considerada un sistema abierto, capaz de intercambiar energía y materia, así como sufrir intervención de la sociedad. Los procedimientos técnico-metodológicos de la investigación ocurrieron a partir de la revisión de cuño bibliográfico sobre los temas abordados a lo largo del trabajo, levantamiento de datos secundarios en los sitios de la ANA, INMET, de la Defensa civil nacional y del municipio, así como en las secretarías que actúan durante las llenas. Además, se levantaron datos primarios por medio de entrevistas semiestructuradas con los habitantes de la cuenca. Los resultados revelan que los impactos socioambientales están vinculados al crecimiento acelerado y desordenado de la ciudad de Tefé aliado a la ausencia de acción del poder público, técnicas de construcción adecuadas, así como inundaciones extremas y más frecuentes, han sido elementos potencializadores de los impactos socioambientales, como: pérdidas humanas, materiales, enfermedades de transmisión hídrica, dificultad para la movilidad urbana, etc. Aunque algunos barrios del perímetro urbano fueron planeados, otra parte de la ciudad, como las áreas de dominios fluviales (planicies fluviales), incluyendo la cuenca hidrográfica del Igarapé Xidarini, fueron ocupadas de manera inadecuada y sin ningún control del poder público. Los resultados muestran también que, a partir de los años 2000, el fenómeno de las inundaciones extremas viene ocurriendo en un intervalo de tiempo cada vez menor. Mientras que las fugas con cota por debajo de 1m, ocurren cada 5 años. En el contexto de la ocupación de BHIX en los últimos 34 años fue posible identificar que las áreas urbanizadas tuvieron un aumento, sobre todo en las adyacencias de los canales de drenaje, aumentando en cierto modo la incidencia de los impactos de orden socioambiental.

**Palabras-clave:** Impactos socioambientales; Inundaciones Extremas; Igarapé Xidarini; Tefé-AM;

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Igarapé Xidarini em Tefé-AM .....	21
Figura 2: Planta da Missão de Santa Teresa D'Ávila (fim do século XVII e início do XVIII) e o município de Tefé hodiernamente. ....	27
Figura 3: Localização do Município de Tefé.....	29
Figura 4: Zona de Convergência Intertropical em destaque .....	39
Figura 5: Imagem do satélite GOES-13, ilustrando à atuação da alta da Bolívia no dia 18/02/2014 .....	40
Figura 6: Formação da Zona de Convergência do Atlântico Sul .....	40
Figura 7: Linhas de Instabilidade na costa do estado do Pará, observar o fenômeno em destaque .....	42
Figura 8: Distribuição espacial e temporal das chuvas na Amazônia .....	43
Figura 9: Período de cheia na cidade de Tefé no ano de 2015 e período de vazante no ano de 2011 .....	44
Figura 10: Cheia/enchente, inundação, alagação .....	45
Figura 11: Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Xidarini em Tefé-AM .....	47
Figura 12: Geologia do Município de Tefé-AM .....	50
Figura 13: Geomorfologia do Município de Tefé-AM .....	52
Figura 14: Aspectos hidrográficos da área de estudo .....	55
Figura 15: Pedologia do Município de Tefé-AM .....	58
Figura 16: Tipos fisionômicos de florestas na área de estudo .....	59
Figura 17: Bairro Colônia Ventura .....	61
Figura 18: Bairro Abial .....	62
Figura 19: Bairro Centro .....	63
Figura 20: Bairro Olaria .....	64
Figura 21: Bairro Santo Antônio .....	65
Figura 22: Bairro Santa Luzia .....	66
Figura 23: Bairro Nossa Senhora de Fátima .....	67
Figura 24: Bairro Vila Nova .....	69
Figura 25: Uma das réguas fluviométricas da estação Tefé-Missões, Médio Solimões-AM .....	73
Figura 26: Procedimentos metodológicos para elaboração do mapa de uso do solo e cobertura vegetal da Bacia Hidrográfica do Igarapé Xidarini .....	75
Figura 27: Fluxograma dos procedimentos metodológicos .....	76

Figura 28: Comportamento Hidrológico do rio Solimões-AM entre 1993-2018 .....	80
Figura 29: Comportamento das Cheias e Vazantes e suas linhas de tendência de 1993 até 2018 .....	82
Figura 30: Distribuição dos totais acumulados entre os anos de cheia extrema e normal .....	87
Figura 31: Mapa de uso do solo e cobertura vegetal da Bacia Hidrográfica do Igarapé Xidarini em 1984 .....	90
Figura 32: Mapa de uso do solo e cobertura vegetal da Bacia Hidrográfica do Igarapé Xidarini em 2018 .....	91
Figura 33: Construção de habitações irregulares no entorno do igarapé Xidarini, bairro Vila Nova .....	93
Figura 34: Centenas de casas do tipo palafitas na orla do Xidarini, no popular “Beira Rio” .....	93
Figura 35: Área de expansão da cidade direções Leste e Sul (bacia do Xidarini) .....	94
Figura 36: Área de expansão da cidade direções Oeste e Sudoeste (bacia do Xidarini) .....	95
Figura 37: Residências inundadas pela metade, no Bairro Colônia Ventura (Igarapé Xidarini) .....	99
Figura 38: Permanecia na residência mesmo com o nível elevado do igarapé Xidarini (Bairro Colônia Ventura) .....	100
Figura 39: Morador construído uma maromba para elevar suas mercadorias da inundação (Bairro Vila Nova) .....	101
Figura 40: Rua Monsenhor Barrat (igarapé Xidarini) inundada pela cheia de 2015 .....	102
Figura 41: Rua Olavo Bilac quase toda submersa, impossibilitando a passagem de veículos e pedestres, cheia de 2015 .....	103
Figura 42: Assistência através de constru�o de pontes em áreas inundadas .....	105
Figura 43: Constru�o de pontes feitas pelos moradores .....	106
Figura 44: Limpeza da orla do Xidarini após a cheia .....	106

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Tipologias das cheias para cidade de Tefé .....	78
Quadro 2: Classificação geral das cheias, com base na proposta de tipologia das cheias para a estação Tefé-Missões .....	78
Quadro 3: Insumos distribuídos pela Defesa Civil no ano de 2017 .....	104

## LISTA DE TABELAS:

Tabela 1: Dados populacionais do município de Tefé 1970 a 2010 .....	30
Tabela 2: Frequência dos meses de cheia e vazante do rio Solimões-AM estação Tefé-Missões – Período1993 a 2018 .....	81
Tabela 3: Índices pluviométricos mensais e anuais, com destaque para as cheias extremas .....	84
Tabela 4: Comparativa entre valores totais de precipitação em anos de cheias extremas .....	86
Tabela 5: Classificação do uso do solo e cobertura vegetal na BHIX no ano 1984 ..	89
Tabela 6: Classificação do uso do solo e cobertura vegetal na BHIX no ano 2018 ..	89
Tabela 7: Demonstrativo de óbitos e enfermos durante as cheias .....	97
Tabela 8: Despesas com assistência médica, saúde pública e atendimento de emergências médicas .....	98
Tabela 9: Demonstrativo de pessoas desabrigadas e desalojadas .....	99
Tabela 10: Demonstrativo de materiais para construção de pontes .....	105
Tabela 11: Despesas com limpeza urbana e destinação de resíduos sólidos em Tefé-AM .....	107

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Característica do entorno da residência .....	92
Gráfico 2: Doenças mais frequentes durante o período de cheia .....	97
Gráfico 3: Destinação do lixo.....	108

## LISTA DE SIGLAS

AB - Alta da Bolívia

ANA - Agência Nacional de Águas

APP - Áreas de Preservação Permanente

AVADAN's - Avaliação de Danos

BDMEP - Banco de Dados Meteorológico para Pesquisa e Ensino

BHIX - Bacia Hidrográfica do Igarapé Xidarini

COMPDE - Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil

CGA - Circulação Geral da Atmosfera

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

ENOS - El Niño Oscilação Sul

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FAPEAM - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas

FIDE's - Formulário de Informações de Desastres

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

LI's - Linhas de Instabilidades

PMT - Prefeitura Municipal de Tefé

SEMA - Secretaria Municipal de Ambiente

SEMED - Secretaria Municipal de Educação

SEMSA - Secretaria Municipal de Saúde

SIG - Sistema de Informação Geográfica

SIPAM- Sistema de Proteção da Amazônia

USGS - United State Geological Survey

ZCAS - Zona de Convergência do Atlântico Sul

ZCIT - Zona de Convergência Intertropical

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	19
CAPÍTULO I- FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	23
1.1 Subsídios teórico-conceituais sobre urbanização .....	23
1.2 A cidade de Tefé e o crescimento populacional .....	27
1.3 A importância da abordagem sistêmica e da paisagem para a Geografia Física	31
1.3.1 A abordagem sistêmica na Geografia Física.....	31
1.3.2 O conceito de paisagem.....	33
1.4 Bacias Hidrográficas: conceitos e definições .....	35
1.5 Geotecnologias e análise ambiental em bacias hidrográficas urbanas .....	36
1.6 Principais sistemas precipitantes atuantes na Amazônia .....	38
1.7 Regime Hidrológico .....	42
1.8 Cheia/Enchente, inundação e alagação.....	44
CAPÍTULO II- CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO:.....	46
2.1 Localização da área de estudo:.....	46
2.2 Geologia: .....	48
2.2.1 Aluviões Holocênicos: .....	48
2.2.2 Formação Içá: .....	48
2.3 Geomorfologia:.....	51
2.3.1 Planície Amazônica.....	51
2.3.2 Depressão do Purus- Juruá.....	51
2.4 Clima: .....	53
2.5 Hidrografia:.....	53
2.6 Pedologia: .....	56
2.7 Cobertura Vegetal: .....	59
2.8 Breve histórico dos bairros onde a Bacia Hidrográfica está inserida.....	60
2.8.1 Colônia Ventura.....	60
2.8.2 Abial .....	61
2.8.3 Centro.....	62
2.8.4 Olaria.....	63
2.8.5 Santo Antônio .....	64
2.8.6 Santa Luzia .....	65
2.8.7 Nossa Senhora de Fátima.....	66

2.8.8 Vila Nova .....	67
CAPÍTULO III- FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA-METODOLÓGICA E PROCEDIMENTOS TÉCNICOS DA PESQUISA: .....	69
3.1 Bacia Hidrográfica e a abordagem sistêmica .....	69
3.2 Procedimentos técnicos-metodológicos .....	70
3.3 Coleta de dados em campo e aquisição de informações nos órgãos e instituições públicas .....	71
3.3.1 Entrevistas com os moradores da orla do Xidarini .....	71
3.3.2 Aquisição de informações nos órgãos e instituições públicas .....	71
3.4 Levantamento dos totais acumulados de chuva .....	72
3.5 Sistematização dos dados fluviométricos da estação Tefé-Missões .....	73
3.6 Análise multitemporal do uso do solo e cobertura vegetal utilizando Geotecnologias .....	73
CAPÍTULO IV- VARIABILIDADE HIDROLÓGICA E OS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS NA BACIA HIDROGRÁFICA URBANA DO IGARAPÉ XIDARINI: .....	77
4.1 Variabilidade hidrológica do rio Solimões e as cheias extremas .....	77
4.2 Resultados dos totais acumulados de chuva e seu comportamento .....	82
4.3 Análise do uso do solo urbano e suas áreas de expansão na BHIX .....	88
4.4 Principais impactos socioambientais causadas pelas cheias extremas aos moradores das margens do igarapé Xidarini .....	95
4.4.1 Impactos na Saúde da população .....	96
4.4.2 Impactos na Mobilidade Urbana .....	101
4.5 Ações da Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil-COMPDEC ...	103
4.6 Ações de limpeza pública .....	106
CONCLUSÕES .....	109
REFERÊNCIAS .....	111
APÊNDICE .....	117

## INTRODUÇÃO

Os primeiros assentamentos humanos, historicamente, sempre estiveram atrelados às bacias hidrográficas. As primeiras civilizações cresceram às margens de rios (CUNHA, 1995). Desde tempos pretéritos até os dias atuais os rios exercem acentuada centralidade, no que diz respeito a atração de pessoas.

Na Amazônia, em especial, esta característica é mais evidente, pois o sistema hidrográfico assume um papel primordial na vida da população. Os rios condicionam o “ir e vir” de pessoas e mercadorias nesta extensa região. Como bem salientou Leandro Tocantins (1988), “O rio comanda a vida” da população que dele depende em suas relações sociais.

Entretanto, o mesmo rio que, via de regra, oferece condições de vida para os amazônidas, pode ser um elemento causador de implicações sociais para aqueles que habitam em suas margens, principalmente em anos com eventos de cheias extremas. Essa realidade não se restringe às áreas distantes do núcleo urbano. Na cidade de Tefé, devido ao aumento populacional, sobretudo nas áreas periféricas, os impactos naturais e humanos causados por eventos de cheias extremas estão tornando-se cada vez mais agressivos e recorrentes, fato que se estende para as demais regiões da Amazônia, conforme Nascimento (2017).

Os rios da Amazônia possuem um regime hidrológico próprio. Carvalho (2006, p. 49) salienta que o regime hidrológico do rio Amazonas “resulta fundamentalmente do regime pluviométrico que é muito irregular espacial e temporalmente na região”. O autor concerne esse desequilíbrio ao “fenômeno da interferência”, a definição do regime hidrológico anual único para o rio Amazonas, que é de cheia e vazante.

As cidades amazônicas, historicamente, se estruturaram ao longo dos rios e lagos da Bacia Amazônica, de forma que este traçado urbanístico é uma herança do período de conquista e colonização do território Amazônico. A urbanização da cidade de Tefé não foi diferente, visto que a formação da cidade iniciou-se com a construção de casas acompanhando às margens do Igarapé<sup>1</sup> Xidarini<sup>2</sup>, sendo

---

<sup>1</sup> Os igarapés são cursos d'água de pequeno porte, caracterizados pelo leito delimitado, correnteza relativamente acentuada e baixa temperatura da água.

<sup>2</sup> Dialeto Tupi: Lugar das piranhas pequenas.

este um hábito cultural do caboclo amazonense, em sempre fazer sua casa acompanhando o rio.

O crescimento acelerado e desordenado da cidade de Tefé aliado à ausência de planejamento do poder público, técnicas de construção adequadas, têm sido elementos potencializadores de impactos socioambientais, como: perdas humanas, materiais, doenças de veiculação hídrica e dentre outros. Embora alguns bairros do perímetro urbano tenham sido planejados, outra parte da cidade, como as áreas de domínios fluviais (planícies fluviais), inclusive a Bacia Hidrográfica do Igarapé Xidarini-BHIX, foram ocupadas de maneira desordenada e sem nenhum parâmetro técnico.

Porto (2011) e Silva (2018), já haviam chamado atenção para este aspecto urbano na cidade de Tefé, enfatizando que as ocupações nos limites fluviais do município, não obedeceram a nenhum critério técnico, fato ignorado pelo poder público local.

Nessa pesquisa, tomou-se como objetivo geral analisar a natureza dos impactos socioambientais que as cheias extremas causam aos ocupantes inseridos nas áreas de domínios fluviais da Bacia Hidrográfica do Igarapé Xidarini, no período de 1993 a 2018.

Para alcançar esse objetivo, foram traçados os seguintes objetivos específicos:

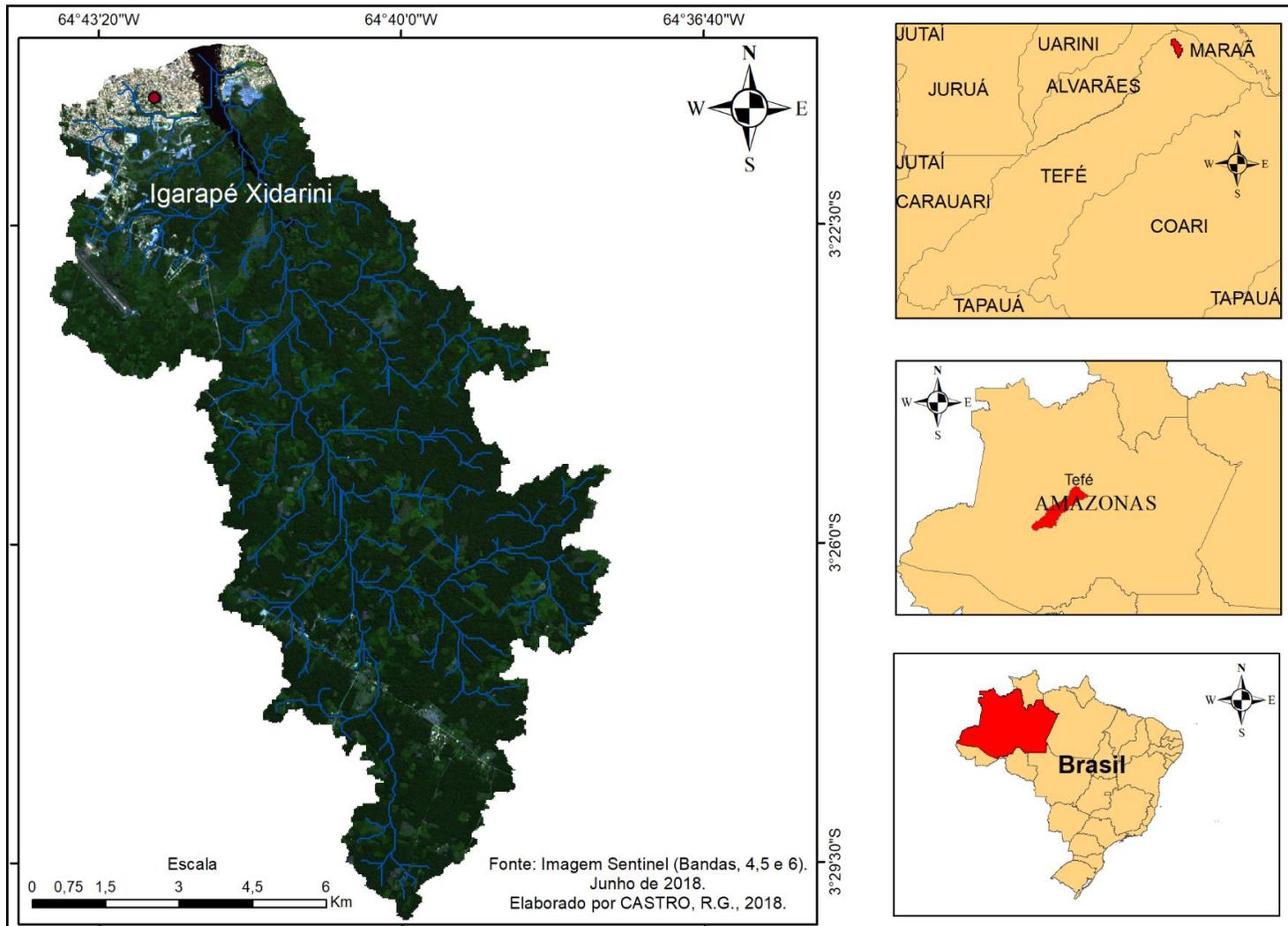
1 – Fazer levantamento das cotas fluviométricas do rio Solimões, em Tefé, destacando as cheias extremas ocorridas no período entre 1993 e 2018;

2 – Mapear por meio de Sistemas de Informações Geográficas o uso do solo urbano na bacia hidrográfica analisada a partir da década de 80;

3 - Identificar os principais problemas socioambientais causados pelas cheias extremas na área urbanizada do igarapé Xidarini;

Nesse sentido, para a realização da pesquisa foi feito um recorte espacial da área de estudo, compreendendo a BHIX (Figura 1). Esta bacia está localizada na região do Médio Solimões, no Estado do Amazonas, percorre os limites urbanos da cidade de Tefé, com área aproximadamente de 93.61 Km<sup>2</sup>, que abrange tanto a zona rural (a montante), quanto à zona urbana (a jusante). É uma sub-bacia afluente do rio Tefé, o qual representa um dos principais tributários do rio Solimões/Amazonas.

Figura 1: Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Xidarini em Tefé-AM.



Fonte: Organizado por CASTRO, 2018.

Este trabalho está organizado em quatro capítulos. No primeiro capítulo são apresentadas as principais bases teóricas que serviram de fundamentação para a pesquisa. Assim, abordar-se-á sobre a urbanização enquanto força motriz dos impactos socioambientais; a cidade de Tefé e seu crescimento populacional; a importância da abordagem sistêmica e da paisagem para a Geografia Física; bacias hidrográficas: conceitos e definições; geotecnologias como ferramentas de estudo ambiental em bacia urbana; principais sistemas precipitantes atuantes na Amazônia; regime hidrológico e os conceitos de cheia/enchente, inundação e alagação, sempre buscando relacionar estes aspectos com o entendimento da problemática da área de estudo.

No segundo capítulo, são apresentadas as características gerais da área estudada, destacando os aspectos fisiográficos da mesma, tais como: geologia, geomorfologia, clima, hidrografia, pedologia e cobertura vegetal.

No terceiro capítulo, ao abordar a fundamentação teórica-metodológica e os procedimentos técnicos, iniciou-se com o debate sobre o método sistêmico tendo como exemplo a bacia hidrográfica e por fim, os procedimentos técnicos da pesquisa, que foram trabalhos de campo, análise dos dados hidrológicos e meteorológicos, análise dos documentos oficiais, bem como análise multitemporal do uso do solo e cobertura vegetal através de Geotecnologias.

No quarto capítulo foram apresentados os resultados obtidos na pesquisa, relacionando a análise dos dados fluviométricos e meteorológico com os dados coletados em campo, nas instituições públicas e nos bancos de dados virtuais.

## CAPÍTULO I- FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 1.1 Subsídios teórico-conceituais sobre urbanização

Uma das características dos meados do século XX foi o intenso processo de migração das populações do meio rural para as cidades, tornando-as cada vez maiores e com crescimento sem controle por parte do poder público. O Brasil e a Amazônia têm sofrido este processo de forma intensa.

Esse fenômeno migratório campo-cidade alcançou estimativas jamais atingidas, isto é, atualmente, mais da metade da população mundial vive no meio urbano. Esta característica é conhecida como urbanização, ou seja, o aumento da população em centros urbanos (SOUZA, 1996).

Em se tratando de urbanização, Castells (1983, p. 46) destaca que,

O termo urbanização refere-se ao mesmo tempo à constituição de formas espaciais específicas das sociedades humanas, caracterizadas pela concentração significativa das atividades das populações num espaço restrito, bem como à existência e à difusão de um sistema cultural específico, a cultura urbana.

Partindo deste pressuposto, nota-se que existem condições específicas que, via de regra, consolidam a urbanização propriamente dita. Isto significa dizer que o urbano possui especificidades, que vão além de sua organização socioespacial (CASTELLS, 1983).

Apoiando-se nos dizeres de Lefebvre (1999, p.28), quanto ao urbano, aponta-se que:

O urbano (abreviação de sociedade urbana) define-se, portanto não como realidade acabada, situada, em relação a realidade atual, de maneira recuada no tempo, mas, ao contrário, como horizonte, como virtualidade iluminadora. O urbano é o possível, definido por uma direção, no fim do percurso que vai em direção a ele.

Dessa forma, o fenômeno urbano deve ser entendido como um “processo”, que por sua vez é construído socialmente. Além disso, este processo encontra-se em constante dinamismo. Isto nos leva a afirmar, por exemplo, que são nas cidades

que a urbanização se manifesta, pois, todos os dias ocorre migração de pessoas para os centros urbanos tornando-os maiores.

Na visão de Corrêa (2004), o urbano se remete na forma como se usa o solo, uma vez que, no meio urbano o solo é usado para diversos fins, são eles comerciais, residenciais, gestão pública, e outros. Estes diferentes tipos de usos são fragmentados, porém, articulados entre si.

Para Lefebvre (1999), o processo de urbanização ocorre mediante a industrialização, a qual acelerou o crescimento populacional das cidades; isto durante a Revolução Industrial, até meados do século XX. A partir desse evento, parte considerável das pessoas migraram de seus locais de origem à procura de melhores condições de vida. Dessa forma, em países onde mudou seu modo de produção, sob influência da industrialização, nota-se que a urbanização se consolidou.

No entanto, no caso da Amazônia tratando-se de urbanização, se tem atrelado o surgimento dos núcleos urbanos à uma lógica que foi exterior à região amazônica, isto é, “costuma-se associar o início da produção social do espaço amazônico à colonização portuguesa a partir do século XVII” (CORDOVIL, 2017, p.32). Porém, é importante destacar que a Amazônia já era ocupada por populações nativas (povos indígenas) como bem demonstrado por Porro (1995), Denevan (1976), Engrácia (1983) entre outros.

Do ponto de vista da gênese dos primeiros núcleos urbanos na Amazônia emergiram por meio de ações da Coroa Portuguesa nesta região, como, por exemplo, através de fortes militares, missões religiosas, e a exploração das drogas do sertão (CORDOVIL, 2017; OLIVEIRA, 2000; ENGRÁCIA, 1983). Além do mais, uma das características marcantes destes pequenos embriões populacionais, diz respeito às suas localizações fisiográficas, pois, estavam assentados próximos aos rios principais da região. Com isso, propagava-se a colonização na Amazônia, uma vez que os canais fluviais funcionavam como vias para o escoamento de mercadorias, assim como de escravos (PORTO, 2011).

Outro momento que marca a urbanização na Amazônia está ligado ao ciclo da borracha na região, período que foi marcado por uma nova reconfiguração socioespacial voltada para exploração do látex, onde utilizava-se, também, os rios

como artérias de ligações para o acesso aos seringais, facilitando, assim, sua exploração e escoamento.

O período áureo da borracha é marcado por uma forte migração de nordestinos para a Amazônia, porquanto, naquele momento a mão de obra local era insuficiente para explorar o látex. Dessa forma, milhares de nordestinos incorporaram-se ao contingente populacional da região amazônica, formando novos núcleos como vilas e povoados.

Ainda se referindo sobre ao processo de urbanização na Amazônia, uma das medidas que aceleraram ainda mais o crescimento dos centros urbanos, está relacionada com a abertura das rodovias na região, sobretudo, em meados das décadas de 1960 e 1970. Um dos objetivos da abertura destas rodovias estava atrelado à integração da Amazônia na esfera capitalista. Além do mais, ao longo dessas vias de ligação surgiam pequenos núcleos urbanos. Estes, além de funcionarem como núdulos logísticos, conseqüentemente foram ocupados com maior rapidez (BECKER, 1990).

A década de 70 também é marcada pelo intenso êxodo rural da população da várzea em direção aos centros urbanos, sendo Manaus a cidade com maior poder atrativo, em decorrência do desenvolvimento econômico, atribuído a Zona Franca. Esse deslocamento da população da várzea, se deu em função das frequentes e impactantes cheias da década de 70 (PINTO et al., 2009).

Entretanto, percebe-se que o fenômeno urbano agora é intra-regional, isto é, “significa que há grande mobilidade populacional dentro dos estados amazônicos” (PORTO, 2011, p. 15). A autora ressalta ainda, que “essa dinâmica regional favorece uma recomposição interna: alguns municípios têm uma taxa de crescimento elevada e novos núcleos urbanos são formados” (p.15).

Partindo desta premissa observa-se que o modelo de ocupação na Amazônia, hodiernamente, apresenta-se como um padrão voltado para relações internas na região. Esse padrão é tanto do ponto de vista de sua elevação populacional, como também ao surgimento de novos centros urbanos.

O fenômeno urbano, sem dúvida alguma, demonstrou-se como um processo complexo e ao mesmo tempo múltiplo, que certamente é social, manifestando-se, por exemplo, através de migrações de pessoas oriundas de outros lugares.

Todavia, é importante destacar que o processo de urbanização, possui seus lados negativos, pois, quanto mais o contingente populacional das cidades aumenta, a pressão sobre os recursos naturais e conseqüentemente sobre o ambiente também se intensifica.

Segundo Ross (2009, p.57), os espaços naturais progressivamente cedem lugar a “novos espaços produzidos”, onde a natureza modificada rende-se às atividades econômicas diversas, como implantação de cidades, rodovias, ferrovias, barragens, campos de pecuária e campos de agricultura.

Neste sentido, a sociedade através da natureza encontra meios para sua (re)produção. No entanto, a forma como a humanidade usufrui destes, produz efeitos que aceleram a degradação do meio ambiente como um todo. De acordo com Ross (2009), a ação humana ao apropriar-se do território e de seus recursos naturais, causa grandes alterações na paisagem natural com um ritmo muito mais intenso que aquele normalmente produzido pela natureza.

Assim, esta interface sociedade/natureza e os resultados provenientes da mesma, demonstra-se como alvo de estudos de inúmeros pesquisadores, que visam, sobretudo, compreender, diagnosticar e tentar prever os efeitos da ocupação humana sobre a natureza, bem como entender sua dinâmica e temporalidade.

A partir desta conjuntura, os impactos socioambientais surgem e tomam proporções grandiosas na medida em que cresce o número de pessoas nas cidades. Isto significa dizer que o aumento contínuo da mancha urbana, sem uma atenção por parte do Estado, causa vulnerabilidade socioambiental no meio urbano.

Neste sentido, o entendimento teórico-conceitual sobre urbanização é importante dentro da análise desta pesquisa, que retrata os impactos socioambientais em uma bacia hidrográfica localizada na área urbana do município de Tefé. Assim, na seção seguinte fez-se uma abordagem de como ocorreu o crescimento populacional da cidade em questão.

## 1.2 A cidade de Tefé e o crescimento populacional

Cordovil (2017) e Oliveira (2000), no que diz respeito ao processo de gênese das cidades amazônicas, consideraram que as primeiras manchas populacionais na região, brotaram da ocupação territorial dos portugueses em meados dos séculos XVII à XIX. Esta ocupação tinha como objetivo principal conquistar e assegurar o território amazônico, através de implantações de fortes militares, missões religiosas e pequenos povoados todos nas margens dos principais rios (ENGRÁCIA, 1983).

No caso da cidade de Tefé, os primeiros núcleos populacionais (Figura 2) foram impulsionados pelos jesuítas, responsáveis pela formação das primeiras vilas e povoados em várias partes da Amazônia (PORTO, 2011).

Figura 2: Planta da Missão de Santa Teresa D'Ávila (fim do século XVII e início do XVIII) e o município de Tefé hodiernamente.



Fonte: PESSOA, 2005 e Imagem Google Earth, 2018.

Teles et al. (2015) reiteram que tudo se inicia em meados de 1688, quando o Padre Samuel Fritz sob comando da coroa espanhola funda a Missão de Santa Tereza D'Ávila dos Axiuaris, na barra do rio Tefé.

Não obstante, por volta de 1691, carmelitas portugueses iniciaram um acirrado embate na tentativa de frear a consolidação espanhola no vale amazônico, fato que culminou na conquista da coroa portuguesa em 1710, bem como a posse da missão iniciada por Samuel Fritz. (TELES *et al.* 2015).

Em 1718, o Frei André da Costa (carmelita português) funda a Vila de Ega, através do aldeamento de índios dispersos da antiga aldeia de Fritz (FAULHABER, 2006). Um século depois, a Vila foi elevada à categoria de cidade (PESSOA, 2004).

Contudo, é importante salientar que a cidade de Tefé, de início não possuía um contingente populacional expressivo, porém, compreendia uma extensa área. Sobre isso, Porto (2011, p. 24) salienta que:

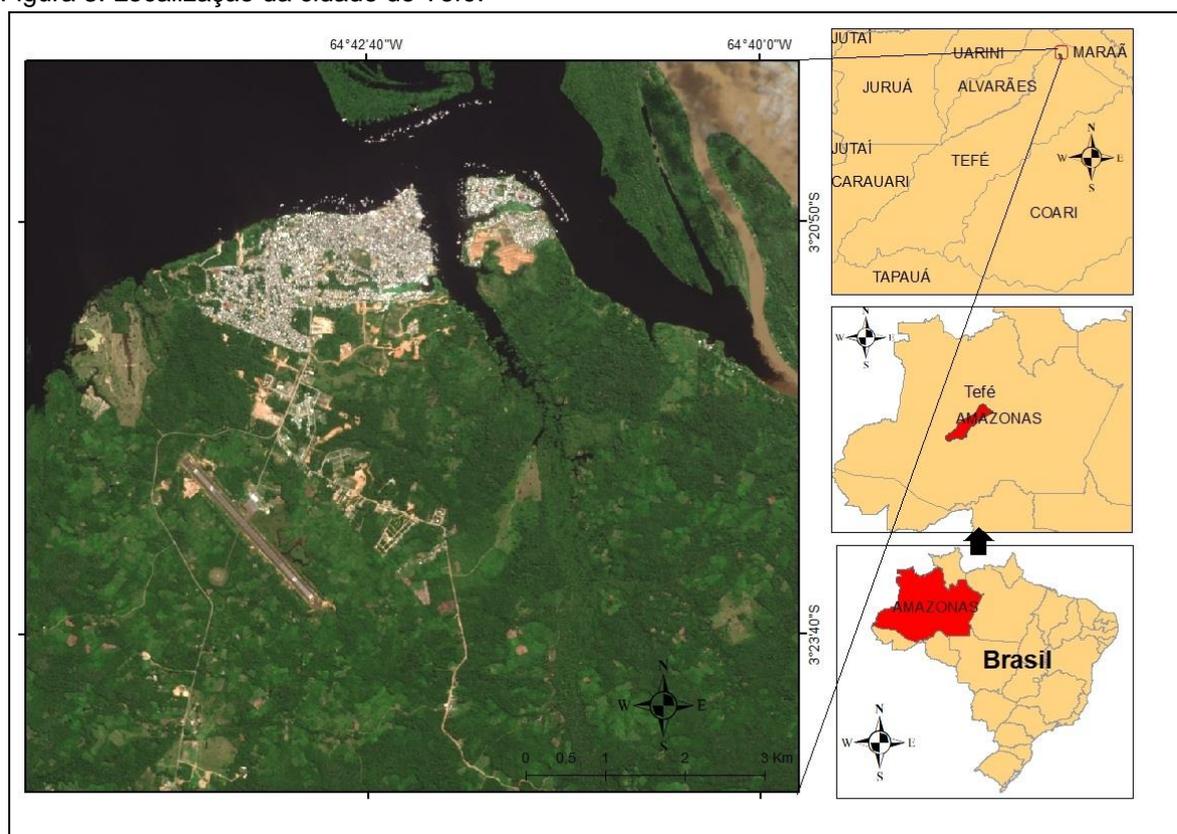
No imenso território compreendido entre Coari e Tabatinga, se constituiu Tefé, com os seguintes distritos: São Francisco Xavier de Tabatinga, São Paulo dos Cambebas, Nossa Senhora de Guadalupe, Meneruá, Suassutuba, São Francisco dos Omáguas, Tefé dos Axiuaris, Coari e outros. Porém, cada distrito tinha sua administração própria e, futuramente se tornariam municípios autônomos.

Sob esse prisma, tratando-se do surgimento das cidades ribeirinhas na Amazônia, mais precisamente das cidades do Alto e Médio Solimões, todas surgiram por meio do desmembramento destas com o município de Tefé.

Seguindo este pensamento, apesar desta divisão territorial, Tefé continuou sendo importante, assim como exercendo influência na região do Médio e Alto Solimões. Desse modo, Rodrigues (2011) considerou que a cidade é um importante entreposto comercial e devido à sua localização geográfica exerce uma certa influência em algumas cidades da calha do Solimões. Sendo assim, possui o status de cidade média de responsabilidade territorial.

Partindo dessa premissa, verificou-se que a cidade de Tefé (Figura 3) funciona como o centro das demais cidades ao seu entorno. Por isso, canaliza um número considerável de pessoas que acabam incorporando-se ao contingente populacional da cidade, tornando sua malha urbana ainda maior.

Figura 3: Localização da cidade de Tefé.



Fonte: Org. CASTRO, 2018

Em 2010, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística -IBGE, estimou que a população de Tefé compreende a 61.453 habitantes. A partir de 1970 o crescimento populacional do município alcançou números expressivos. Só na zona urbana possui mais de 50.000 habitantes que equivale a mais de 80% da população do município.

Entretanto, esta expansão demográfica não foi assistida pelo poder público, no que tange as políticas habitacionais, principalmente voltada para abertura de novos bairros com respectivo planejamento. A Tabela 1, demonstra o acelerado crescimento populacional da cidade em questão.

Tabela 1: Dados Populacionais do Município de Tefé 1970 a 2010.

<b>Ano</b>	<b>Zona Urbana (mil/hab.)</b>	<b>em %</b>	<b>Zona Rural (mil/hab.)</b>	<b>em%</b>	<b>Zona Urbana e Rural (mil/hab.)</b>
1970	7.822	40,8	11.351	59,2	19.173
1980	15.797	51,4	14.939	48,6	30.736
1991	39.057	72,6	14.913	27,6	53.970
2000	47.698	74,0	16.759	26,0	64.457
2010	50.069	81,5	11.384	18,5	61.453

Fonte: IBGE, Censos Demográficos de 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010.

De acordo com Queiroz (2015), a população urbana tefeense aumentou intensamente nos últimos 44 anos; as migrações resultaram em uma aglomeração populacional no Médio Solimões, sendo realizada sem planejamento adequado para atender às necessidades essenciais desta sociedade.

Como o crescimento populacional do município não foi acompanhado de políticas de ordenamento territorial e infraestrutura adequada, parte dos migrantes oriundos de outras regiões, assim como dos municípios adjacentes ou mesmo da zona rural da própria localidade, acabaram ocupando áreas irregulares, como domínios (inter)fluviais do igarapé Xidarini e do rio Tefé, provocando, assim, o surgimento de impactos de ordem socioambiental.

Porém, estes ambientes irregulares supracitados são protegidos do ponto de vista legal e, a rigor, não deveriam ser ocupados. Desse modo, segundo o Código Florestal Brasileiro Lei nº 12.651/12, em seu artigo 4º, institui como Área de Preservação Permanente-APP as florestas e demais formas de vegetação natural situada ao longo dos rios ou de qualquer outro curso de água, desde o seu nível mais alto, em faixa marginal cuja largura mínima seja:

1. 30 (trinta) metros para os cursos de água de menos de 10 (dez) metros de largura;
2. 50 (cinquenta) metros para os cursos de água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
3. 100 (cem) metros para os cursos de água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;

4. 200 (duzentos) metros para os cursos de água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
5. 500 (quinhentos) metros para os cursos de água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros.

Neste sentido, como a legislação não é cumprida no tocante as ações do poder público em ambientes fluviais, as ocupações irregulares no município de Tefé, promovem uma gama de impactos de ordem socioambiental, tais como: doenças de veiculação hídrica, contaminação do manancial, perdas humanas e materiais durante as cheias extremas, etc.

### **1.3 A importância da abordagem sistêmica e da paisagem para a Geografia Física**

Considerando a bacia hidrográfica enquanto um sistema, isto é, como um conjunto de elementos complexos e dinâmicos, nos quais ocorre permanente entrada e saída de matéria e energia, assim como sofre intervenção humana. Desse modo, é necessário o entendimento teórico-conceitual sobre a abordagem sistêmica e o conceito de paisagem. Primeiramente, foi abordado sobre a abordagem sistêmica, em seguida sobre o conceito de paisagem.

#### **1.3.1 A abordagem sistêmica na Geografia Física**

A abordagem sistêmica surgiu nas ciências em meados do século XX, em detrimento ao contexto teórico-metodológico complicado dos paradigmas científicos no século XIX. Seu principal idealizador foi o biólogo austríaco Ludwig Von Bertalanffy em 1945, pós 2ª Guerra Mundial. Esta teoria tinha como propósito um método que era capaz de englobar a totalidade e, a partir disso, entender as partes que compõe o todo. Para o autor, essa teoria “visava tanto a investigação científica dos sistemas em várias ciências quanto sua aplicação tecnológica e, ainda, a própria filosofia dos sistemas, no sentido de promover a discussão desse novo paradigma científico” (RODRIGUES, 2001, p. 72).

Segundo Gregory (1992), Bertalanffy via na Teoria Geral dos Sistemas uma forma de unificar todas as ciências, porém, nem todos os campos do conhecimento a viam com “bons olhos”. Ainda assim, a abordagem sistêmica foi implementada em

diversas ciências, dentre elas a Geografia, na qual a simpatia maior pela teoria deu-se no ramo da Geografia Física.

É importante salientar ainda que Bertalanffy (1998) classificou os sistemas em três tipos distintos, são eles: aberto, fechado e isolado. O sistema aberto é aquele que está em permanente troca de matéria e energia com seu ambiente. O sistema fechado ocorre quando existe troca de energia; entretanto, não há troca de matéria com seu exterior. E o sistema isolado caracteriza-se quando não há trocas, nem de energia e nem de matéria.

No entanto, Drew (2014) identifica apenas dois tipos de sistemas, os que recebem energia do exterior e a devolvem (*sistema aberto*); e os que recebem energia do exterior, entretanto, não a retornam para o ambiente (*sistema fechado*).

Tratando-se sobre o entendimento conceitual sob a ótica dos sistemas na Geografia Física, na visão de Christofolletti (1979, apud Silva Neto, 2011), os ambientes podem ser entendidos como sistemas, no qual os que dizem respeito aos geógrafos não funcionam de forma isolada, mas, funciona dentro de um ambiente que está inserido em um conjunto maior (Universo).

Segundo Drew (2014), um sistema é um conjunto de componentes ligados por fluxos de energia e funcionando como uma unidade.

Para Tricart (1977), um sistema pode ser conceituado como um conjunto de fenômenos que se processam mediante fluxos de matéria e energia, que originam relações de dependência mútua entre os fenômenos.

Todos estes conceitos aqui citados perpassam pela ideia de inter-relação para caracterizar-se enquanto sistema, e é esse o fio condutor da abordagem sistêmica nas ciências e, no caso a Geografia Física.

O entendimento conceitual sobre sistema demonstra-se importante. No entanto, deve-se compreender, também, os principais elementos que o compõe. Sobre o assunto, Christofolletti (1979) assinala que possuem os seguintes elementos:

- unidades - que são as suas partes componentes;
- relações - os elementos integrantes do sistema encontram-se inter-relacionados, um dependendo dos outros, através de ligações que denunciam os fluxos;
- atributos - são as qualidades que se atribuem aos elementos ou ao sistema, a fim de caracterizá-los;

- entrada (input) - é constituída por aquilo que o sistema recebe;
- saída (output) - as entradas recebidas pelo sistema sofrem transformações em seu interior e, depois são encaminhadas para fora. Todo produto fornecido pelo sistema representa um tipo de saída (p.02).

Neste sentido, cada elemento funciona como uma peça de um quebra-cabeça, isto é, são fundamentais para o funcionamento do sistema como um todo. Desse modo, considerar a paisagem, enquanto sistema antes de tudo é, compreendê-la como a união de diferentes partes inter-relacionadas e incumbidas para realizar determinada função (Christofolletti, 1979).

### 1.3.2 O conceito de paisagem

A paisagem além de ser o ponto de partida do ofício de um geógrafo, é uma das categorias geográficas de fundamental importância, assim como os demais conceitos geográficos, região, território, lugar e espaço. Todavia, este conceito por muito tempo foi analisado de maneira desconexa, ou seja, num viés separatista, onde apenas os elementos da natureza eram focalizados. Desse modo, Georges Bertrand (2004, p.141) já assinalava que, “a paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados”.

Bertrand (2004, p.141) advoga, ainda, que a paisagem

é uma determinada porção do espaço, resultado da combinação dinâmica, portanto, instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos, que reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução.

Partindo desta premissa, observa-se que a paisagem se compõe não somente dos elementos da natureza, porém, de uma gama de inter-relações inseparáveis e dinâmicas. Dentre estes elementos percebe-se a inserção do homem, antes não tratado em estudos das paisagens. Assim, a paisagem, envolve a relação homem/natureza, bem como o resultado desta dialética.

No entendimento de autores como, Schier (2003) e Vitte (2007), o conceito de paisagem possui um caráter polissêmico, pois, é usado em diferentes esferas do conhecimento. Este termo é empregado em diversos ramos das ciências, como artes, engenharia, arquitetura dentre outras.

Na Geografia, tratando-se da gênese e evolução da paisagem do ponto de vista teórico-conceitual, destaca-se o entendimento de Vitte (2007), que a interpreta como:

A geração da paisagem é o resultado imediato da intencionalidade humana na superfície terrestre. Seja ontem ou hoje, por meio dos mais variados meios técnicos e científicos, a sociedade imprime sua marca no espaço que fica registrada na paisagem. Assim, a paisagem é uma representação do espaço. Na Ciência Geográfica e particularmente na geografia física, a paisagem passa a ser o sinônimo de natureza (p.77).

Desse modo, deve-se compreender a paisagem como uma unidade geográfica dinâmica, pois, está em constante transformação, tanto em sua forma natural (paisagem natural), como a partir do resultado de intervenções humanas (paisagem cultural).

Seguindo este pensamento, Schier (2003), ao pensar a paisagem, levou em conta à temporalidade e as implicações que são ocasionadas pela ação do homem. Dessa maneira, propõe, também, a distinção entre a paisagem natural e cultural, sendo a primeira anterior às modificações antrópicas e a segunda posterior à apropriação do homem. Sobre isso, salienta-se ainda que:

A paisagem natural refere-se aos elementos combinados de terreno, vegetação, solo, rios e lagos, enquanto a paisagem cultural, humanizada, inclui todas as modificações feitas pelo homem, como nos espaços urbanos e rurais. De modo geral, o estudo da paisagem exige um enfoque, do qual se pretende fazer uma avaliação definindo o conjunto dos elementos envolvidos, a escala a ser considerada e a temporalidade na paisagem (SCHIER,2003,p.80)

Para Santos (1996), a paisagem não é dada para todo o sempre, é objeto de mudança. É um resultado de adições e subtrações sucessivas. É uma espécie de marca da história do trabalho, das técnicas. Por isso, ela própria é parcialmente trabalho morto, já que é formada por elementos naturais e artificiais.

Desta forma, reafirma-se o entendimento das paisagens enquanto um conjunto de elementos que estão em constante dinamismo, ou seja, estão permanentemente em transformação, tanto do ponto de vista natural, como cultural.

Segundo Bertrand (2004), o estudo da paisagem envolve a compreensão de sua totalidade, quer dizer deve-se analisá-la em uma visão sistêmica, isto é, compreendê-la para além dos seus elementos naturais.

Neste sentido, observou-se que o conceito de paisagem não é meramente singular e exclusivo da Geografia. Entretanto, seu estudo enquanto categoria de análise geográfica envolve à inserção do homem como agente geográfico, capaz de intervir e modificar a natureza. Além disso, o conceito de paisagem representa um dos conceitos chaves para a Geografia Física. Assim, na secção seguinte discutiu-se sobre os principais conceitos e definições da bacia hidrográfica.

#### **1.4 Bacias Hidrográficas: conceitos e definições**

Muitos são os estudos voltados para análise de bacias hidrográficas. O termo bacia hidrográfica possui inúmeros conceitos, grosso modo, pode-se conceituá-la, como uma área que está delimitada entre divisores de água, onde toda água precipitada pela chuva escoar por um único exutório, que são os pontos mais baixos no limite de um sistema de drenagem (IBGE, 2004).

Nota-se que para a formação das bacias hidrográficas, é necessário à interação de elementos naturais. De acordo com Coelho Neto (2001) e Cunha (1995), a bacia hidrográfica é entendida como um sistema fluvial definido pela área correspondente a um rio principal e seus afluentes.

Para Botelho (2005) entende-se como bacia hidrográfica, ou bacia de drenagem, a área da superfície terrestre drenada por um rio principal e seus tributários, sendo limitada pelos divisores de água.

Apoiando-se nos dizeres de Tucci; Silveira (2001, p.15), “a bacia hidrográfica é caracterizada com relação a uma seção principal. Considerando esta seção, a área que contribui por gravidade para o rio principal ou seus afluentes que escoam para a seção principal, é definida pela bacia hidrográfica da mesma”.

Rodrigues e Adami (2005, p. 147-148) definem bacia hidrográfica como um:

sistema que compreende um volume de materiais predominantemente sólidos e líquidos, próximo à superfície terrestre, delimitado interna e externamente por todos os processos que, a partir do fornecimento de água pela atmosfera interferem no fluxo de matéria e de energia de um rio ou de uma rede de canais fluviais.

Desse modo, as bacias hidrográficas estão estruturadas como sistemas abertos, onde há permanente entrada e saída de energia e matéria. Sendo assim, o

estudo de bacias hidrográficas pode ser analisado sobre um viés sistêmico. Além do mais, a concepção sistêmica, vai além dos elementos naturais, e abarca o entendimento das ações da sociedade sobre o meio (SILVA NETO, 2008).

A abordagem sistêmica surgiu em meados do século XX, pelo biólogo austríaco Ludwig von Bertalanffy que formulou a “Teoria Geral dos Sistemas”, em 1945. Essa teoria caracteriza-se por apresentar um entendimento dos sistemas ambientais abertos, fechados e isolados. Sobre isso, aponta-se que:

Sistema aberto foi definido pelo autor como todo sistema que recebe matéria e energia (input), processa esses elementos no interior do sistema e em seguida troca esses elementos com o ambiente adjacente (output). Sistema fechado é quando há troca de energia, porém, não há troca de matéria com o exterior. Já o sistema isolado é quando não há troca nem de energia e nem matéria com o meio (BERTALANFFY, (1993) *apud* CARVALHO, 2006, p.19).

Assim, a bacia hidrográfica se enquadra como um sistema aberto, uma vez que recebe matéria e energia e as trocam com o ambiente externo ao seu redor. A matéria e energia que interpolam nas bacias são provenientes da precipitação e sedimentos das vertentes.

A partir desse entendimento, uma alteração no sistema pode gerar um efeito em cadeia, e desencadear, principalmente a degradação ambiental. Além do mais, as consequências não atingem somente a natureza, pois, afetam diretamente a sociedade.

Neste sentido, torna-se importante estudo de impactos socioambientais em bacias hidrográficas, a fim de realizar um diagnóstico dos principais impactos no meio natural, que refletem na sociedade. A bacia hidrográfica como unidade natural de análise da superfície terrestre, onde é possível reconhecer e estudar as inter-relações existentes entre os diversos elementos da paisagem (BOTELHO, 2005).

### **1.5 Geotecnologias e análise ambiental em bacias hidrográficas urbanas**

Com o avanço do meio técnico-científico-informacional a ciência geográfica recebeu consideráveis avanços, pois, devido às novas geotecnologias de análise ambiental, como os produtos do sensoriamento (imagens de satélite) e os SIG's (Sistemas de Informações Geográficas) enriqueceram o conhecimento geográfico do ponto de vista teórico-metodológico.

De acordo com Florenzano (2007), o sensoriamento remoto é a tecnologia que permite obter imagens e outros tipos de dados da superfície terrestre, por meio da captação e do registro da energia refletida ou emitida pela superfície.

Fitz (2008) defini o SIG como um sistema constituído por um conjunto de programas computacionais, o qual integra dados, equipamentos e pessoas com o objetivo de coletar, armazenar, recuperar, manipular, visualizar e analisar dados espacialmente referenciados a um sistema de coordenadas conhecido.

Ainda, segundo Fitz (2008, p.11):

As geotecnologias podem ser entendidas como novas tecnologias ligadas às geociências e correlatas, as quais trazem avanços significativos no desenvolvimento de pesquisas, em ações de planejamento, em processo de gestão, manejo e em tantos outros aspectos relacionados à estrutura do espaço geográfico.

Desse modo, através desses aportes tecnológicos e devido à rapidez de suas atualizações pode-se trabalhar com monitoramento dos recursos naturais, bem como estudar os fenômenos existentes no espaço geográfico, como, por exemplo, análise ambiental de bacias hidrográficas localizadas em áreas urbanas.

Seguindo este pensamento, as geotecnologias oferecem um elenco de recursos voltados para estudar a dinâmica do meio ambiente. Sendo assim, “podemos acompanhar as transformações do ambiente ao longo do tempo e registrá-las em mapas, de forma manual ou automática, utilizando um SIG” (FLORENZANO, 2007, p. 89)

Diante disso, graças às geotecnologias de análise ambiental hoje pode-se estudar as bacias hidrográficas de forma mais aprofundada e significativa, traçar limites de uso e ocupação do solo em áreas próximas aos corpos hídricos, evitando, assim, a degradação ambiental destes sistemas naturais.

Lepsch (2002) destaca que é necessário que se programe antecipadamente o uso racional da terra, levando-se em conta os limites impostos pela natureza, observando sempre sua vulnerabilidade.

Desta forma, as novas geotecnologias aplicadas a análise de bacias hidrográficas, possibilitam estudos com viés geográfico, como o monitoramento e

avaliação de impactos, causados tanto pela natureza, bem como pela ação antrópica. Sobre isso, Florenzano (2002, p.25) salienta que:

As imagens obtidas através do sensoriamento remoto proporcionam uma visão de conjunto multitemporal de extensas áreas da superfície terrestre. Esta visão sinóptica do meio ambiente ou da paisagem possibilita estudos regionais e integrados, envolvendo vários campos do conhecimento. Elas mostram os ambientes e a sua transformação, destacam os impactos causados por fenômenos naturais como as inundações e a erosão do solo (frequentemente agravados pela intervenção do homem) e antrópicos, como os desmatamentos, as queimadas, a expansão urbana, ou outras alterações do uso e da ocupação da terra.

Neste contexto, as geotecnologias apresentam-se como uma forte aliada do Geógrafo, no que tange aos estudos ambientais, sobretudo, em bacias hidrográficas urbanas. Além disso, salienta-se a rapidez e a precisão destas ferramentas, pois, ajudam a estudar extensas áreas em um curto intervalo de tempo.

## **1.6 Principais sistemas precipitantes atuantes na Amazônia**

Considerando o sistema pluvial da região Amazônica como principal elemento condicionante do regime hidrológico. Faz-se necessário o entendimento dos principais sistemas de precipitação atuantes nesta vasta região. Segundo Molion (1987, p.107), “o clima de uma região é determinado por fatores, denominados controles climáticos, que atuam tanto na escala global como na regional”.

Nesse sentido, no caso da Amazônia, os que atuam em escala global, destacam-se a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Células de Walker e Hadley e a Alta da Bolívia. Na escala regional, por sua vez, se destaca as Linhas de Instabilidades- LI's, estas são responsáveis por chuvas nos períodos considerados menos chuvosos.

-A *Zona de Convergência Intertropical* (ZCIT- Figura 4), é uma faixa latitudinal de nebulosidade formada nas baixas latitudes, onde os ventos alísios provenientes do Sudeste (hemisfério sul) e Nordeste (hemisfério norte), criam uma ascendência de massas de nuvens úmidas. A ZCIT, é o sistema mais importante gerador de precipitação sobre a região equatorial e, evidentemente, sobre a Amazônia (MELO et al., 2002).

Figura 4: Zona de Convergência Intertropical em destaque.



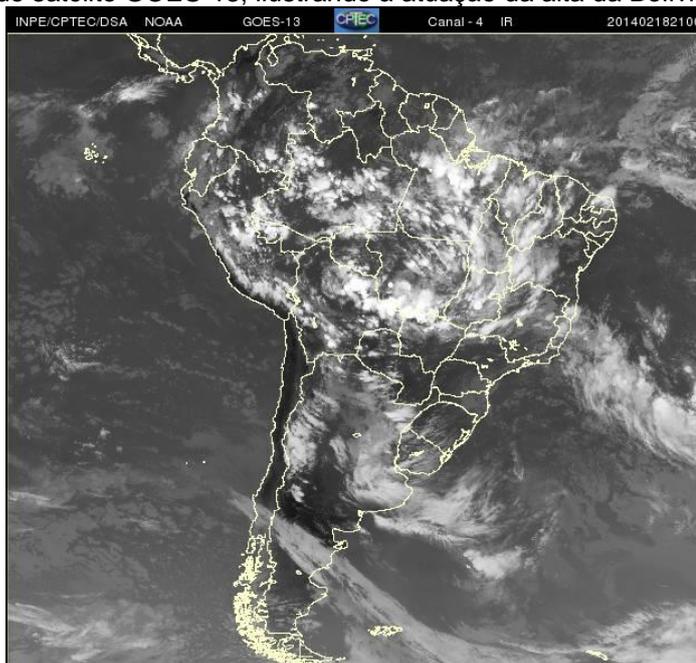
Fonte: [http://www.cptec.inpe.br/glossario/gloss\\_prin.shtml#34](http://www.cptec.inpe.br/glossario/gloss_prin.shtml#34). Acesso em 25/03/2019.

- *Células de Walker e Hadley*, ambas são componentes da Circulação Geral da Atmosfera (CGA). De acordo com Mascarenhas (2009) a *célula de Hadley* se inicia a partir da ascendência do ar no equador, mais especificamente no encontro dos ventos alísios de NE e SE e, posterior subsidência do ar em  $30^{\circ}$ . Esse processo se repete indo em direção aos pólos, devido à perda gradual de calor nas latitudes média (MASCARENHAS, 2009). A *célula de Walker*, por sua vez, encontra-se na região equatorial e está vinculada a oscilação da pressão atmosférica na direção Leste-Oeste do Oceano Pacífico, causando uma circulação no sentido longitudinal na região em questão (NASCIMENTO, 2009).

Outro sistema atmosférico associado a chuva na Amazônia refere-se a *Alta da Bolívia* (AB- Figura 5), segundo Molion (1987) esse sistema atua na alta troposfera durante os meses de verão na América do Sul. Possui um formato semelhante a um anticiclone. Para Mascarenhas (2009), esse fenômeno tem sua gênese em decorrência da convergência do ar mais quente e umidade nos baixos níveis e divergência do ar que se resfria em altos níveis da atmosfera na América do Sul.

Um aspecto marcante da AB diz respeito a sua variação, nota-se que quando esse sistema se enfraquece e desloca-se em direção ao norte do continente durante o inverno, as porções leste e sul da região Amazônica, tendem a sofrer uma redução na precipitação.

Figura 5: Imagem do satélite GOES-13, ilustrando à atuação da alta da Bolívia no dia 18/02/2014.



Fonte: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/edicoes/2014/fev/g27b.shtml>.

Em relação a *Zona de Convergência do Atlântico Sul* (ZCAS-Figura 6), de acordo com o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos-CPTEC é “uma banda de nebulosidade que se estende desde o sul da região Amazônica até a região central do Atlântico Sul”. Só é considerada ZCAS se a banda de nebulosidade permanecer por no mínimo 4 dias.

Figura 6: Formação da Zona de Convergência do Atlântico Sul



Fonte: [http://www.cptec.inpe.br/glossario/gloss\\_prin.shtml#34](http://www.cptec.inpe.br/glossario/gloss_prin.shtml#34). Acesso em 25/03/2019.

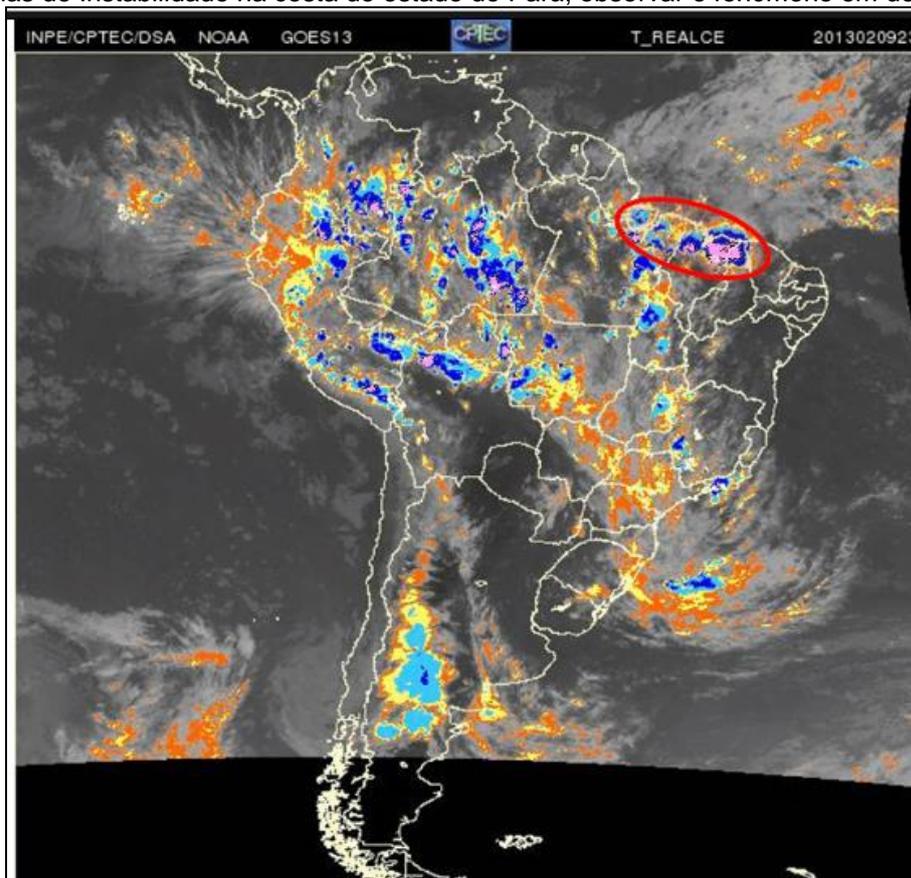
Além desses sistemas, é importante enfatizar em escala global também a influência do El Niño Oscilação Sul (ENOS) nas suas fases quente (El Niño) e fria (La Niña). Segundo Pereira et al. (2010), o El Niño representa o aquecimento atípico das águas superficiais e subsuperficiais do oceano Pacífico equatorial. Sua causa ainda é desconhecida. Em anos de El Niño as características do padrão atmosférico sofrem mudanças consideráveis, especificamente, no tocante ao regime pluviométrico em vários locais da Terra, como por exemplo, a extensa região Amazônica (PEREIRA et al. 2010).

-La Niña, possui uma dinâmica diferente do El Niño, pois caracteriza-se por provocar um intenso resfriamento nas águas do Pacífico na costa oeste da América do Sul. Mascarenhas (2009), referindo-se a este fenômeno, esclarece que para Amazônia, a La Niña propicia desvios positivos de chuva, isto é, um aumento dos totais pluviométricos. Quanto a sua temporalidade, o autor salienta que sua ocorrência é entre dois e sete anos.

Em escala regional destaca-se as Linhas de Instabilidade (LI's- Figura 7). Segundo Fisch (1989) as Linhas de Instabilidade são grandes conglomerados de nuvens cumulonimbus, formadas a partir da "brisa marítima"; atuam provocando chuvas próximo à costa litorânea dos estados do Pará e Amapá e na Amazônia Central, nos períodos secos.

De acordo com Cohen (1989), as LI's ocorrem, sobretudo, em períodos em que a ZCIT se desloca para o hemisfério norte, momento que o hemisfério sul se encontra no inverno.

Figura 7: Linhas de Instabilidade na costa do estado do Pará, observar o fenômeno em destaque.

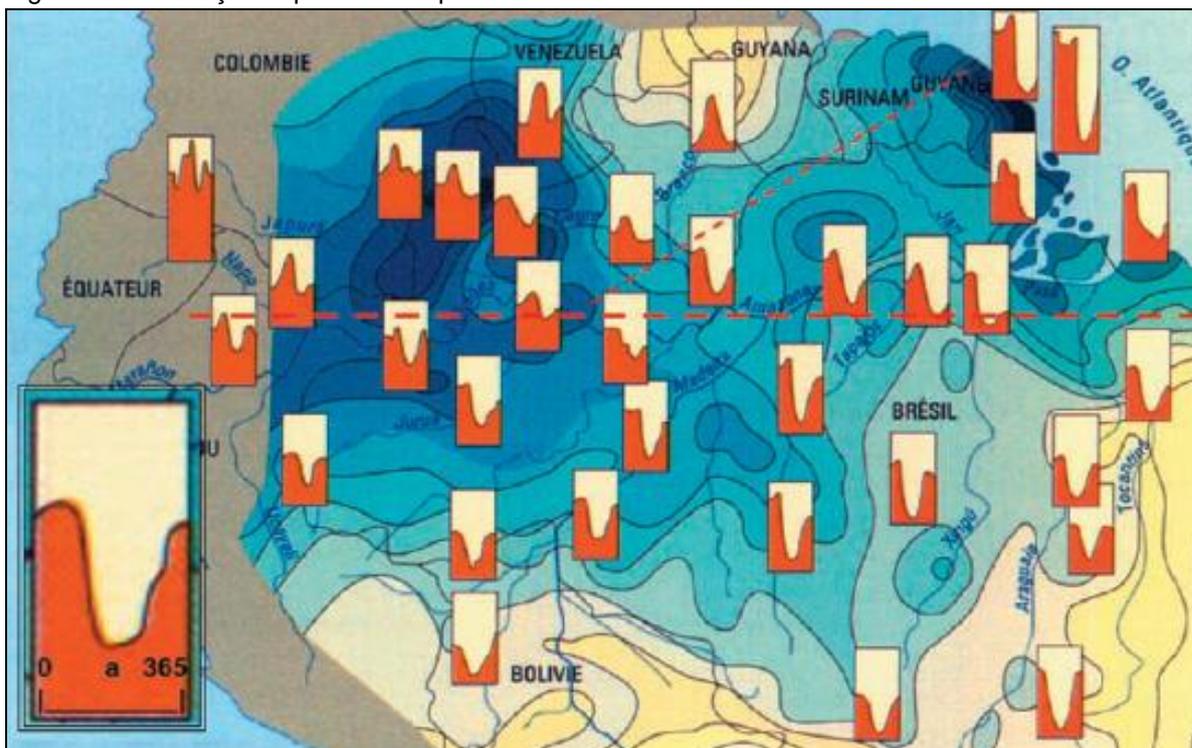


Fonte: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/edicoes/2013/fev/q27b.shtml>.  
Acesso em 25/03/2019.

### 1.7 Regime Hidrológico

O regime hidrológico do rio Amazonas provém, principalmente em decorrência do regime pluvial. De acordo com Carvalho (2006, p. 49) o regime hidrológico do rio Amazonas “resulta fundamentalmente do regime pluviométrico que é muito irregular espacial e temporalmente na região” (Figura 8). O autor concerne esse desequilíbrio ao “fenômeno de interferência”, a definição do regime hidrológico anual único para o rio Amazonas, que é de cheia e vazante.

Figura 8: Distribuição espacial e temporal das chuvas na Amazônia.



Fonte: Adaptado de Molinier et al. (1997), citando Salati (1978) e Hiez (1992)

Essa distribuição irregular das chuvas na Amazônia provoca diferenças marcantes no regime dos rios da margem esquerda e direita da bacia Amazônica (FILIZOLA, 2006). Dessa forma, enquanto os rios da porção sul da bacia estão em período de chuva (novembro/dezembro a maio), os da porção norte estão em estiagem.

Partindo dessa conjuntura, na cidade de Tefé, em especial a bacia hidrográfica estudada, também obedecem a essas variações (Figura 9). O período das águas altas (cheias) começam em novembro indo até junho/julho e as águas baixas (vazantes), vão de julho a outubro (SILVA, 2018).

Figura 9: Período de cheia na cidade de Tefé no ano de 2015 e período de vazante no ano de 2011.



Fonte: Defesa civil do município.

### 1.8 Cheia/Enchente, inundação e alagação

Os conceitos de cheia, inundação e alagação (Figura 10) são usados, muitas vezes, como sendo sinônimos. No entanto, alguns destes se diferem quanto as suas definições e natureza.

Segundo Kobiyama et al. (2006), enchente ou cheia é o aumento do nível dos rios, além de sua vazão normal, porém sem transbordamento de suas águas para áreas adjacentes.

Se tratando da natureza da cheia Silva (2014) esclarece que, as cheias, são propagadas na grande maioria das vezes, por chuva intensa e prolongada no tempo e condicionada pelo tipo de bacia hidrográfica.

Figura 10: Cheia/enchente, inundação, alagação.



Fonte: Defesa civil.

Em relação a inundação, Castro (2003), a define como o transbordamento de água da calha normal de rios, mares, lagos e açudes, ou acumulação de água por drenagem deficiente, em áreas não habitualmente submersas. Nesse sentido, pode-se dizer que, a inundação é uma extensão da cheia. Porém, nem sempre as inundações são em decorrência das cheias.

Para Franca (2015), a inundação representa o extravasamento das águas do rio sobre a planície de inundação (além de seu leito). Dessa forma, esse fenômeno hidrológico, não causaria danos a sociedade se as áreas de domínio fluvial não fossem ocupadas.

A alagação, por sua vez, é o resultado da água acumulada no leito das ruas e no perímetro urbano por fortes precipitações pluviométricas, em cidades com sistemas de drenagem ineficientes (CASTRO, 2003).

## **CAPÍTULO II- CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO:**

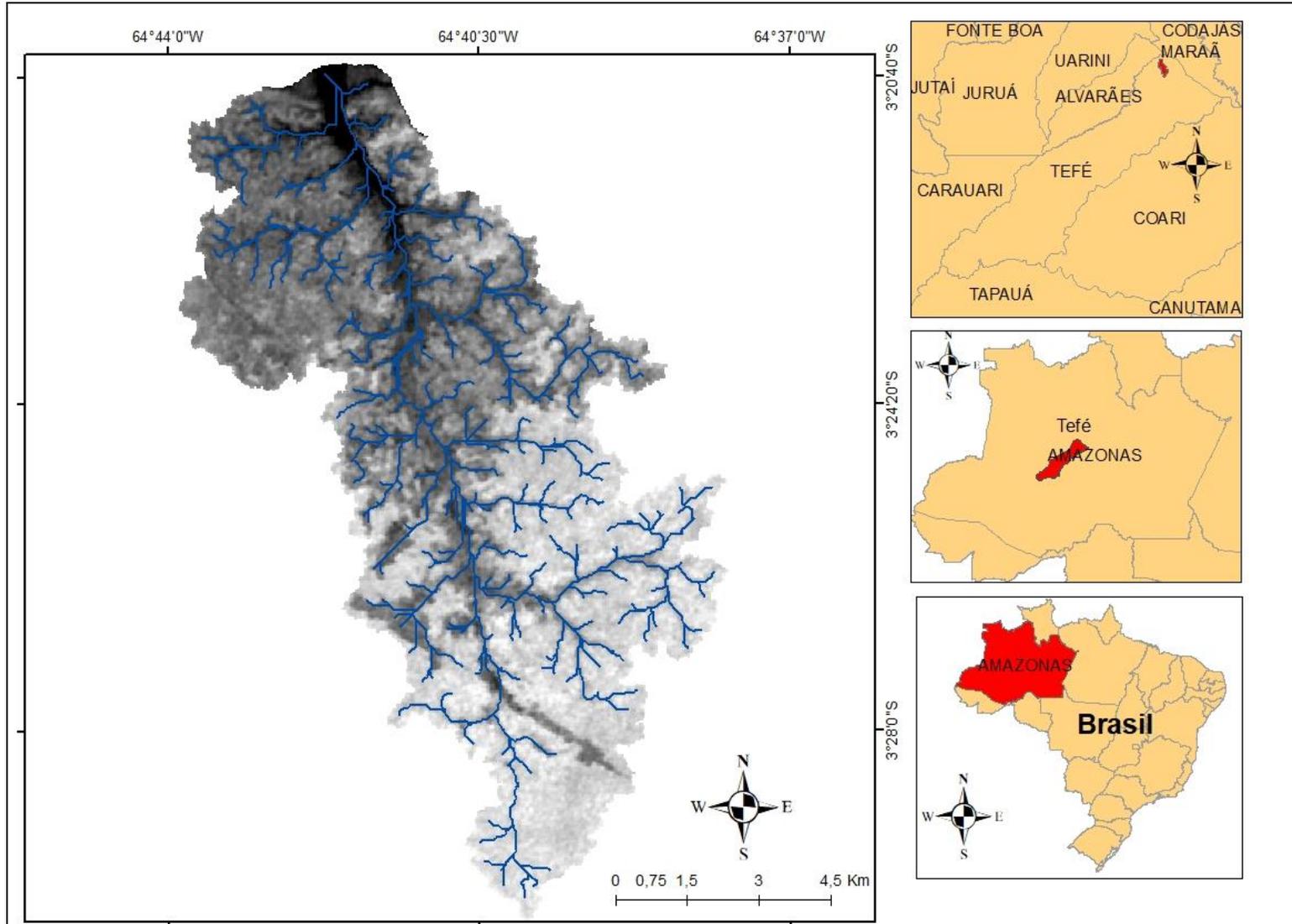
### **2.1 Localização da área de estudo:**

A bacia hidrográfica escolhida para a pesquisa está localizada na região do Médio Solimões no Estado do Amazonas, percorre os limites urbanos da cidade de Tefé, com uma área aproximadamente 93.61 Km<sup>2</sup>, que abrange tanto a zona rural (a montante), quanto à zona urbana, a jusante. É uma sub-bacia afluente do rio Tefé, o qual representa um dos principais tributários do rio Solimões/Amazonas.

A cidade de Tefé possui uma área de 23.692,223 km<sup>2</sup>, com aproximadamente 61.453 de habitantes e uma densidade demográfica de 2,59 hab./km<sup>2</sup> (IBGE, 2010).

A área da pesquisa possui sua localização compreendida entre as coordenadas 64°37'W e 64° 44'W de longitude e 3° 28'S e 3° 20'S de latitude (Figura 11). Pode-se inferir, também, que as nascentes da bacia em questão estão inseridas na zona rural do município. Alguns afluentes da referida bacia são usados como balneários, sendo para prática de lazer da população tefeense. Ademais, são usados, também, para atividade de agricultura.

Figura 11: Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Xidarini em Tefé-AM.



Fonte: Base de dados do IBGE, 2013 e Imagem SRTM. Organizado por CASTRO, 2018.

## **2.2 Geologia:**

Segundo o banco de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013), a área de estudo encontra-se inserida do ponto de vista litológico, sobre o contexto geológico de 2 (dois) domínios morfoestruturais, são eles: Aluviões Holocênicos e a Formação Içá. (Figura 12).

### **2.2.1 Aluviões Holocênicos:**

Essas unidades são constituídas principalmente por sedimentos arenosos e argilosos que datam do Quaternário (Holoceno) (CARMO,2010). São depósitos que se estendem por toda a planície aluvial do Rio Amazonas e seus afluentes. Apresentam cascalhos lenticulares de fundo de canal, areias quartzosas inconsolidadas de barra em pontal, e siltes e argilas de transbordamento (CAVALCANTE, 2005).

Iriondo (1982), destaca duas fases morfogenéticas nessas formações: Planície de barras de meandros, depósitos de inundação e depósitos de estuário do período Mesoholoceno e Planície de barras e meandros do período presente.

### **2.2.2 Formação Içá:**

A Formação Iça se caracteriza por apresentar-se sobreposta a Formação Solimões e possuir morfologia em colinas muito suaves, com drenagem densa, é exposta a leste do alinhamento do Arco do Jutuí, com relevo conservado essencialmente plano (CARMO, 2010).

Segundo Bezerra (2013), os sedimentos da Formação Içá foram depositados através de um sistema complexo, nos quais os canais fluviais desaguavam sobre uma ampla área de planície aluvial com significativas interferências neotectônicas. O autor pontua ainda os principais aspectos da Formação Içá:

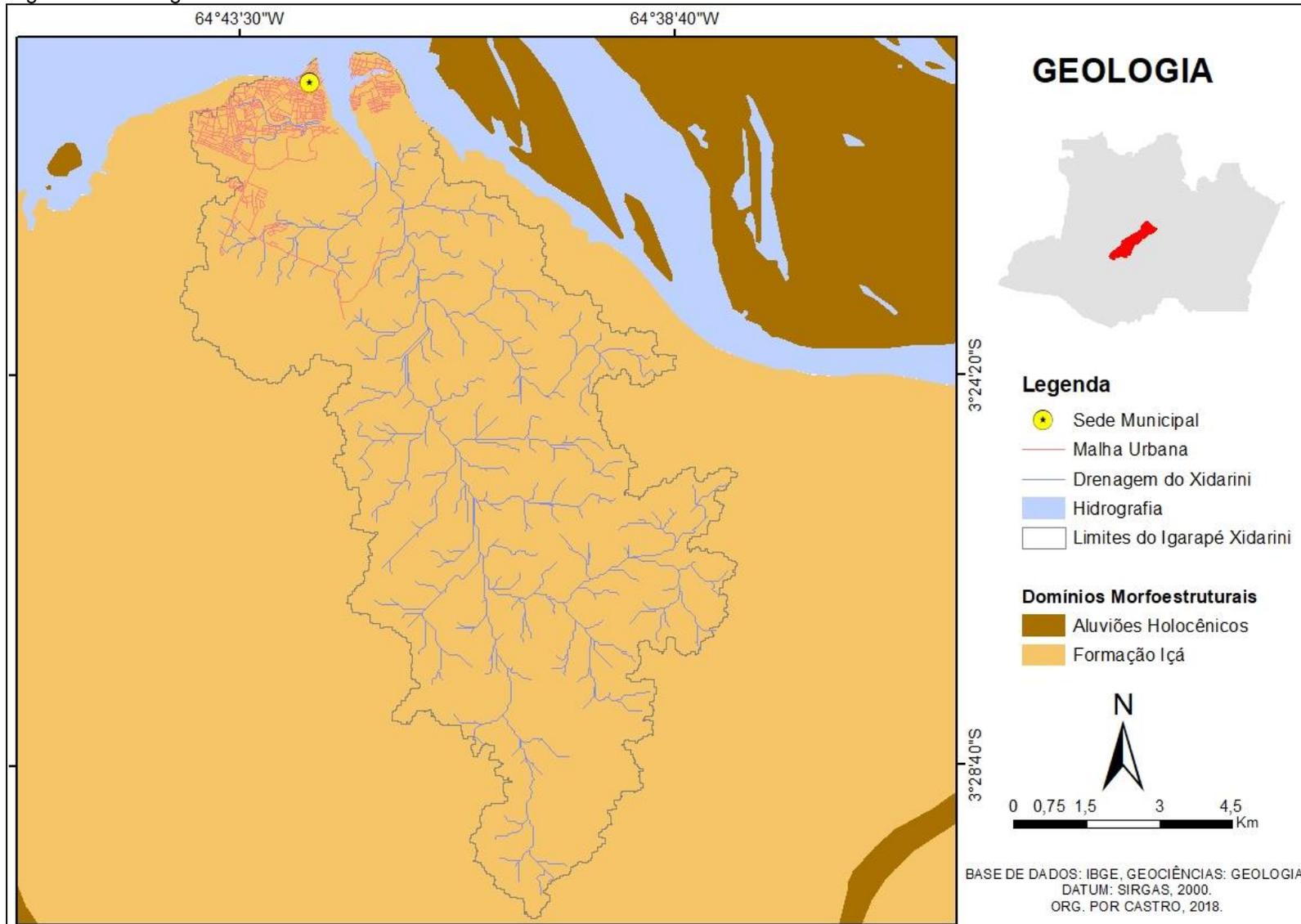
- Litologia: sua sucessão predominante é arenosa, com intercalações lenticulares de material fino (COELHO,2000).

-Conteúdo Fossilífero: é quase inexistente nessa unidade. Esse é um dos motivos pelos quais dificulta a datação da Formação Iça (ROSSETI *et al.* 2007). No entanto, seu posicionamento estratigráfico, sobrejacente à Formação Solimões, que se

estende até o Neomioceno, e subjacente a depósitos datada do Neopleistoceno, permite estabelecer deposição durante o Pliopleistoceno. Faciologicamente a Formação Içá.

-Aspectos morfológicos: possui um relevo extremamente plano, sendo comum a ocorrência de áreas alagadiças.

Figura 12: Geologia da área de estudo em Tefé-AM.



Fonte: IBGE, 2013. Org. CASTRO, 2018.

## **2.3 Geomorfologia:**

Segundo os estudos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), a área de estudo está compreendida em 2 (duas) unidades geomorfológicas, são elas: Planície Amazônica e Depressão do Purus- Juruá (Figura 13).

### **2.3.1 Planície Amazônica**

Esta unidade geomorfológica caracteriza-se por apresentar terraços fluviais e flúvio-lacustres elaborados em sedimentos aluviais recentes e correspondem às várzeas permanentemente alagadas e/ou inundáveis nas cheias anuais (CARMO, 2010).

Outra característica marcante da Planície Amazônica, diz respeito a presença de colmatagem atual e ativa, onde se destacam lagos, furos, paranás e depósitos lineares fluviais recentes.

Bezerra (2003) em seu estudo sobre a morfometria do interflúvio do Solimões, observou a presença de diques arenosos, correspondentes aos depósitos de barra em pontal, bacias de decantação, como depósitos de transbordamento e lagos de meandro, como aluviões flúvio-lacustres

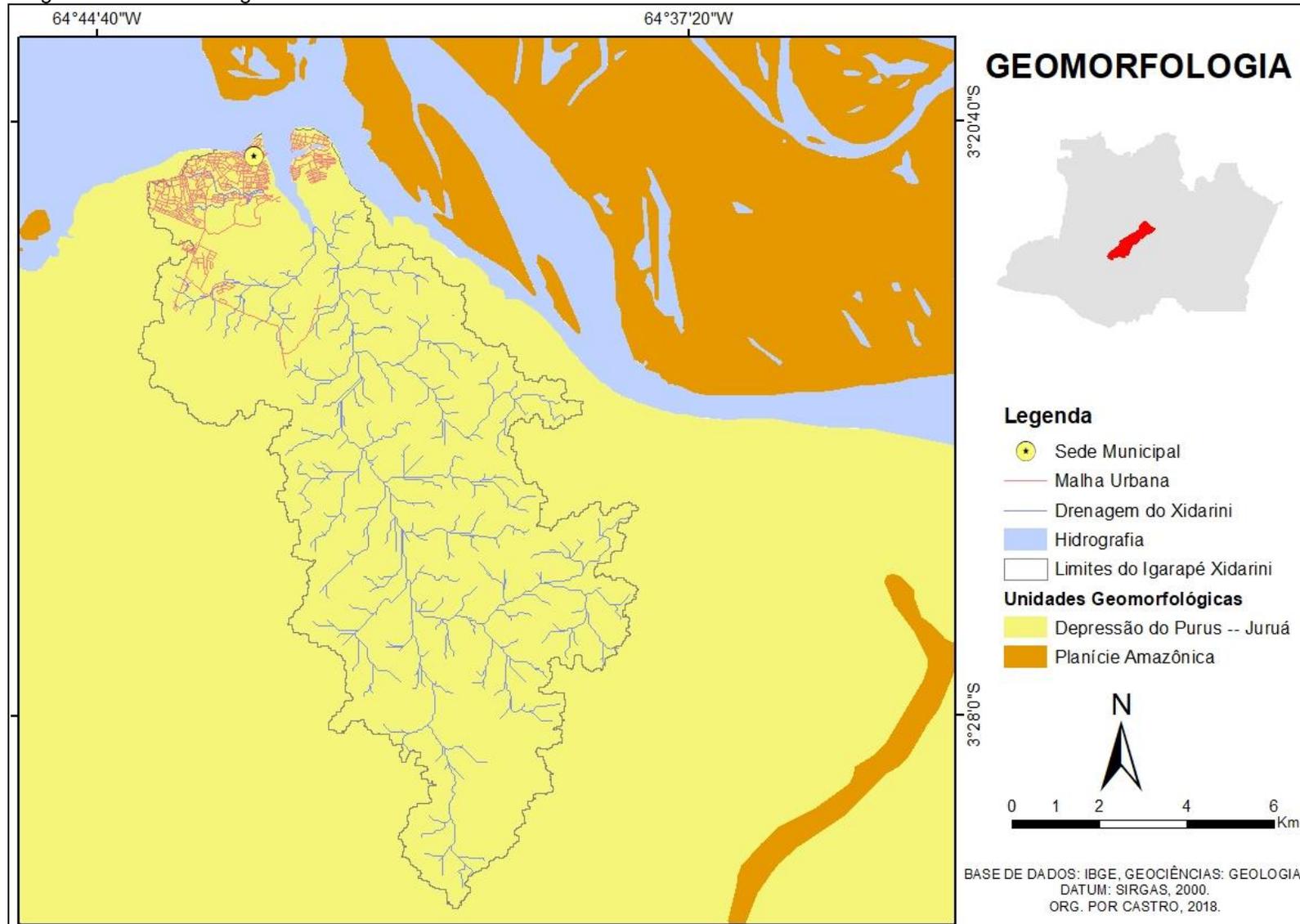
### **2.3.2 Depressão do Purus- Juruá**

Essa unidade geomorfológica é observada na margem direita do rio Solimões, onde o relevo é mais elevado (terra firme), devido as características da Formação Içá. A Depressão do Purus-Juruá constitui a maior unidade geomorfológica da área de estudo.

Segundo Carmo (2010), o relevo da área de estudo apresenta superfície desnivelada, com colinas pouco dissecadas e interflúvios tabulares onde se instalou a drenagem.

Na medida em que esse conjunto de relevo se aproxima do rio Solimões sua altimetria diminui. A drenagem possui moderado aprofundamento, nos quais os padrões de drenagem são dendrítico e subdendrítico (BEZERRA, 2003). O autor destaca ainda que os rios que possuem desembocadura nessa unidade apresentam foz afogada, assemelhando-se a lagos, como por exemplo, o “lago de Tefé”.

Figura 13: Geomorfologia da área de estudo em Tefé-AM.



Fonte: IBGE, 2010. Org. CASTRO, 2018.

## **2.4 Clima:**

Os principais fatores que influenciam o clima da Amazônia, de acordo com Pereira et al. (2010), baseiam-se em seis elementos que contribuem para a dinâmica climática na região, são eles: latitude, ecossistema Amazônico, relevo, Anticiclones Subtropicais e Zona de Convergência Intertropical.

Segundo a classificação climática do IBGE (2002), o clima da cidade de Tefé pode ser classificado como Equatorial Quente e Super Úmido. Caracteriza-se por altas temperaturas e elevados índices pluviométricos.

Pelo exposto, Costa e Aleixo (2014) em estudos sobre a variabilidade climática de Tefé, tendo como base uma análise multitemporal de 1970 a 2012, constataram que os totais de chuva na cidade oscilam entre 2200 a 3100 mm. Entretanto, os maiores índices pluviométricos ocorrem nos meses de janeiro a maio que equivalem ao período de cheia na região. Por outro lado, a partir do mês de maio os índices de chuva diminuem provocando o período de estiagem e evidentemente de vazante dos rios.

## **2.5 Hidrografia:**

Na Amazônia, o sistema hidrográfico assume um papel primordial na vida da população, pois os rios condicionam o “ir e vir” das pessoas nesta extensa região. Como bem salientou Leandro Tocantins (1988), ao afirmar que, “O rio comanda a vida” da população que deles dependem em suas relações sociais.

No caso da cidade Tefé, a hidrografia configura-se através de uma vasta rede de drenagem dendrítica e subdendrítica sobre os interflúvios tabulares, onde o aprofundamento da drenagem é muito fraco (RADAMBRASIL, 1978).

O rio de maior importância no município é o rio Tefé, este por sua vez, apresenta-se como um dos principais tributários do rio Solimões. O rio Tefé possui a orientação, de sudoeste para nordeste (SW-NE), desaguando no rio Solimões, cuja

foz é afogada, em feição do tipo *ria fluvial*<sup>3</sup>, recebendo a denominação de Lago de Tefé (CARMO, 2010).

Bertani (2015), em estudos mais recentes sobre rias fluviais no baixo rio Solimões, utilizando produtos do sensoriamento remoto, observou que uma das características marcantes no curso inferior dos afluentes do rio Solimões é de apresentarem a sua foz em forme de rias, ou seja, foz afogada, cuja ligação com o rio principal acontece por meio de furos.

Outra característica hidrográfica do município é quanto aos igarapés, uma vez que estes possuem um número considerável de canais (SILVA, 2009). A exemplo, pode-se citar o igarapé Xidarini, onde partes de suas ramificações entrecortam os limites urbanos da cidade de Tefé. Desse modo, pode-se inferir que um aspecto geográfico muito comum nas cidades amazônicas são as extensas redes de drenagem em limites urbanos.

A bacia do igarapé Xidarini (Figura 14), área de estudo, localiza-se na porção Leste-Sul da cidade de Tefé, se confina ao norte com a bacia do rio Tefé e a leste com o rio Solimões-Amazonas. O igarapé Xidarini aflui pela margem direita do rio Tefé e, conseqüentemente, encontram-se próximo a *ria fluvial* que bloqueia a vazão do rio que recebe o nome da cidade.

---

<sup>3</sup> Rias fluviais são lagos alongados formados pelo bloqueamento de canais fluviais tributários em seu baixo curso (BERTANI, 2015). Segundo Soares (1989) o termo *ria fluvial* foi utilizado pela primeira vez por Paul Le Cointe no ano de 1927.

Figura 14: Aspectos hidrográficos da área de estudo.



Fonte: CASTRO, R.G.; 2018.

## 2.6 Pedologia:

A área pesquisada caracteriza-se do ponto de vista pedológico por apresentar solos oriundos das formações geológicas já expostas. Suas litologias são formadas desde cascalhos lenticulares de fundo de canal e areias quartzosas inconsolidadas (Aluviões Holocênicos), bem como material arenoso, com intercalações lenticulares de material fino (Formação Içá).

A ordem de solos de maior extensão no contexto da área de estudo é dos Argissolos Amarelos, seguido dos Plintossolos Háplicos, Gleissolos Háplicos e Neossolos Flúvicos (Figura 15).

**Argissolos Amarelos:** São bastante intemperizados, apresentam marcante distinção de horizontes, com destaque para o acúmulo de argila no horizonte B. No horizonte A, apresenta coloração brunada, a textura varia entre as classes de areia fraca e argila (LEPSCH, 2002). O autor afirma ainda que essa classe de solos é susceptível a erosão, pois no horizonte A o teor de argila é muito baixo e predomina-se material arenoso. Isso faz com que a infiltração de água na superfície ocorra com maior rapidez, deixando o solo vulnerável a erosão. São solos ácidos e podres em nutrientes.

**Plintossolos Háplicos:** Estes solos formam um tipo de solo relativamente heterogêneo, no qual ocorre a presença de plintita e/ou petroplintita. Apresentam horizonte com pronunciado acúmulo de óxidos de ferro e/ou alumínio (LEPSCH, 2002). São solos com coloração avermelhada ou alaranjada, pouco drenado. Além disso, possuem baixa fertilidade, onde predomina a acidez trocável e a alta saturação com o alumínio (RADAMBRASIL, 1978).

**Gleissolos Háplicos:** São solos constituídos por material mineral com horizonte glei iniciando-se dentro dos primeiros 50 cm a partir da superfície do solo, ou a profundidade maior que 50 cm e menor ou igual a 150 cm desde que imediatamente abaixo de horizonte A ou E ou de horizonte hístico com espessura insuficiente para definir a classe dos Organossolos (EMBRAPA, 2006). Ainda segundo a Embrapa, essa classe de solos não apresenta horizonte vértico ou horizonte B plânico acima ou coincidente com horizonte glei, tampouco qualquer outro tipo de horizonte B diagnóstico acima do horizonte glei ou textura

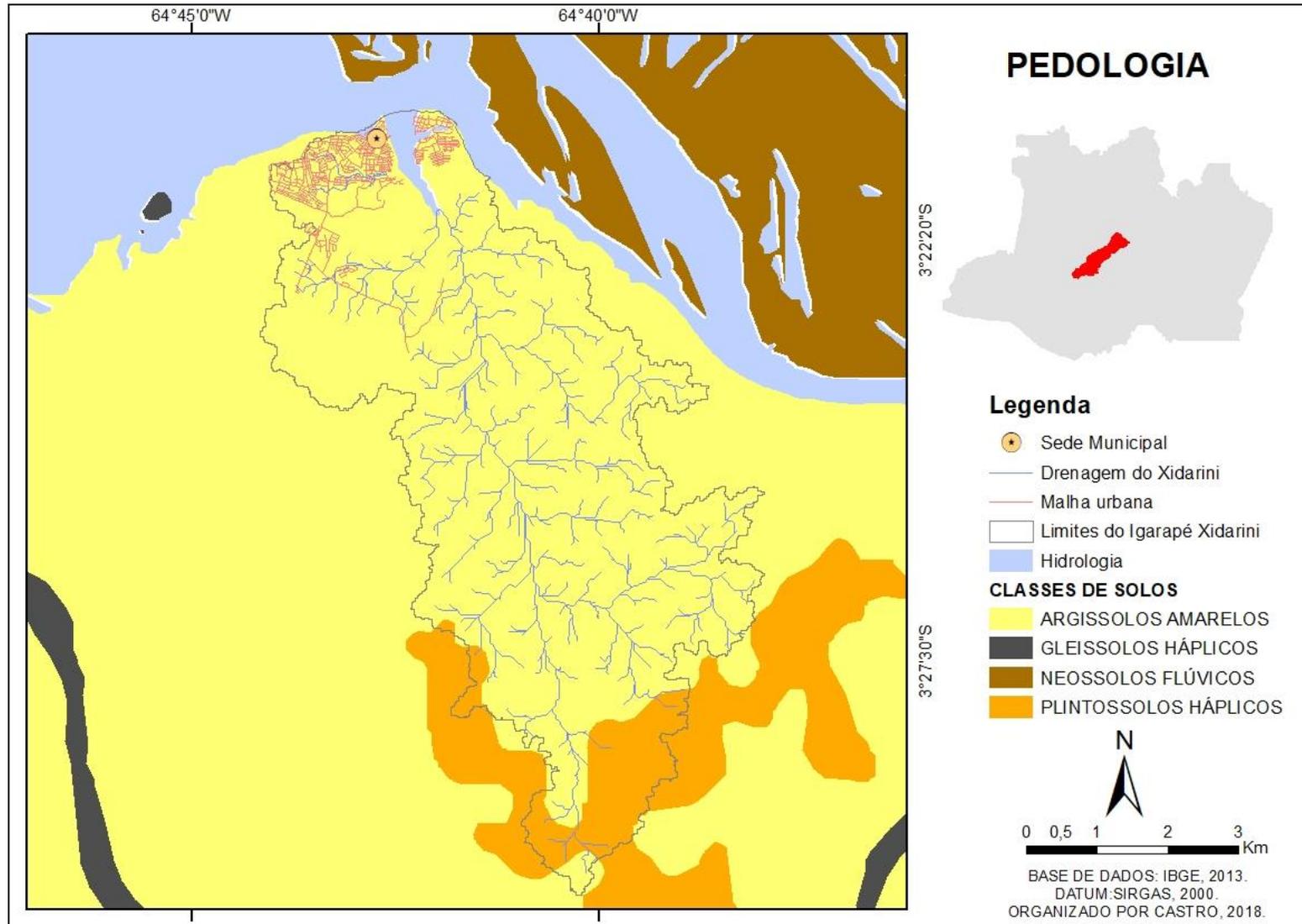
exclusivamente areia ou areia franca em todos os horizontes até a profundidade de 150 cm a partir da superfície do solo ou até um contato lítico.

São encontrados nas baixadas úmidas, onde o ferro é reduzido, ou até mesmo removido, tornando o solo descolorido, com coloração acinzentada (LEPSCH, 2002).

**Neossolos Flúvicos:** Os solos desta classe são constituídos por material mineral ou material orgânico pouco espesso, normalmente menos de 30 cm de espessura, sem apresentar qualquer tipo de horizonte B diagnóstico (IBGE, 2007). São solos com horizonte Gleí (subsuperficial com quantidades significativas de petroplintita, isto é, laterita endurecida), Plíntico (subsuperficial com material considerável de plintita, laterita não endurecida) e Vertico (subsuperficial B ou C, apresentando rachaduras e superfícies de fricção típicas de argilas expansivas) (EMBRAPA, 2006). Estes solos são originados dos sedimentos recentes do Quaternário e apresentam coloração escura.

Outra característica é predominância de minerais do tipo primário, estes facilmente se decompõem e funcionam como fonte de nutrientes para plantas, tornando os Neossolos Flúvicos com alta fertilidade. Por isso, possuem um grande potencial agrícola.

Figura 15: Pedologia da área de estudo em Tefé-AM.

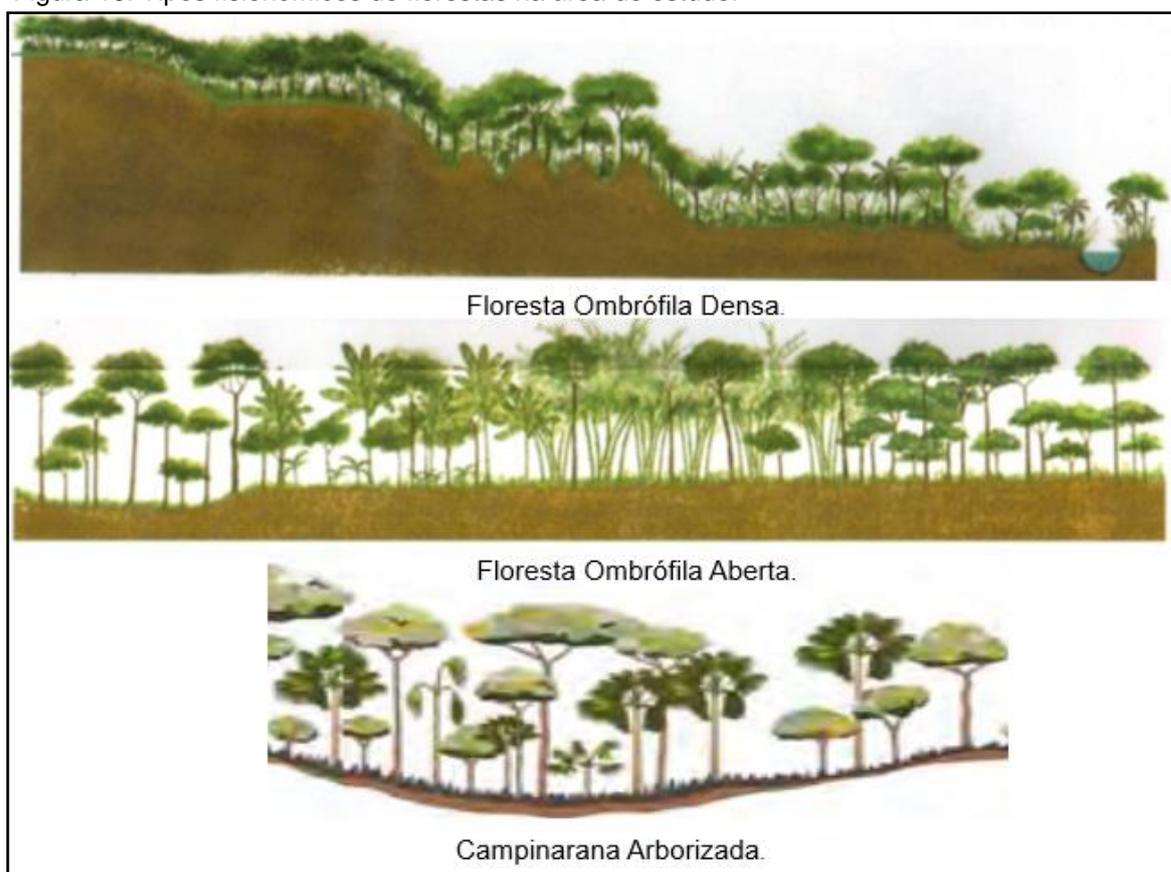


Fonte: IBGE, 2013. Org. CASTRO, 2018.

## 2.7 Cobertura Vegetal:

Segundo Schwartzman (2017) a cobertura vegetal na área de estudo caracteriza-se por apresentar três distintos tipos de unidades fitogeográficas, são elas: Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Aberta com a presença de Campinarana Arborizada (Figura 16). Além dessas unidades, há ocorrência de extensas áreas antropizadas na bacia.

Figura 16: Tipos fisionômicos de florestas na área de estudo.



Fonte: IBGE, 2012.

**Floresta Ombrófila Densa:** Ocorrem em ambientes ombrófilos “amigo da chuva” que marcam a “região florística florestal” (IBGE, 2012). Suas principais características são os fanerófitos -subformas de vida macro e mesofanerófitos, além de lianas lenhosas e epífitas em abundância, que o diferenciam das outras classes de formações. É uma unidade fitogeográfica que está presa a fatores climáticos tropicais, de elevadas temperaturas e de alta precipitação.

**Floresta Ombrófila Aberta:** Caracteriza-se por ser uma vegetação de transição entre a Floresta Amazônica e as áreas extra-amazônicas. Apresenta

quatro faciações florísticas que alteram a fisionomia ecológica da Floresta Ombrófila Densa, imprimindo-lhe claros, daí advindo o nome adotado, além dos gradientes climáticos com mais de 60 dias secos por ano, assinalados na curva ombrotérmica (IBGE, 2012).

**Campinarana Arborizada:** Esta unidade fitogeográfica é representada de arvoretas, que se estendem nos interflúvios tabulares e planícies fluviais, onde predominam depósitos arenosos (IBGE, 2012). São formações não florestadas, uma vez que são menos desenvolvidas em decorrência das limitações edáficas.

## **2.8 Breve histórico dos bairros onde a Bacia Hidrográfica está inserida**

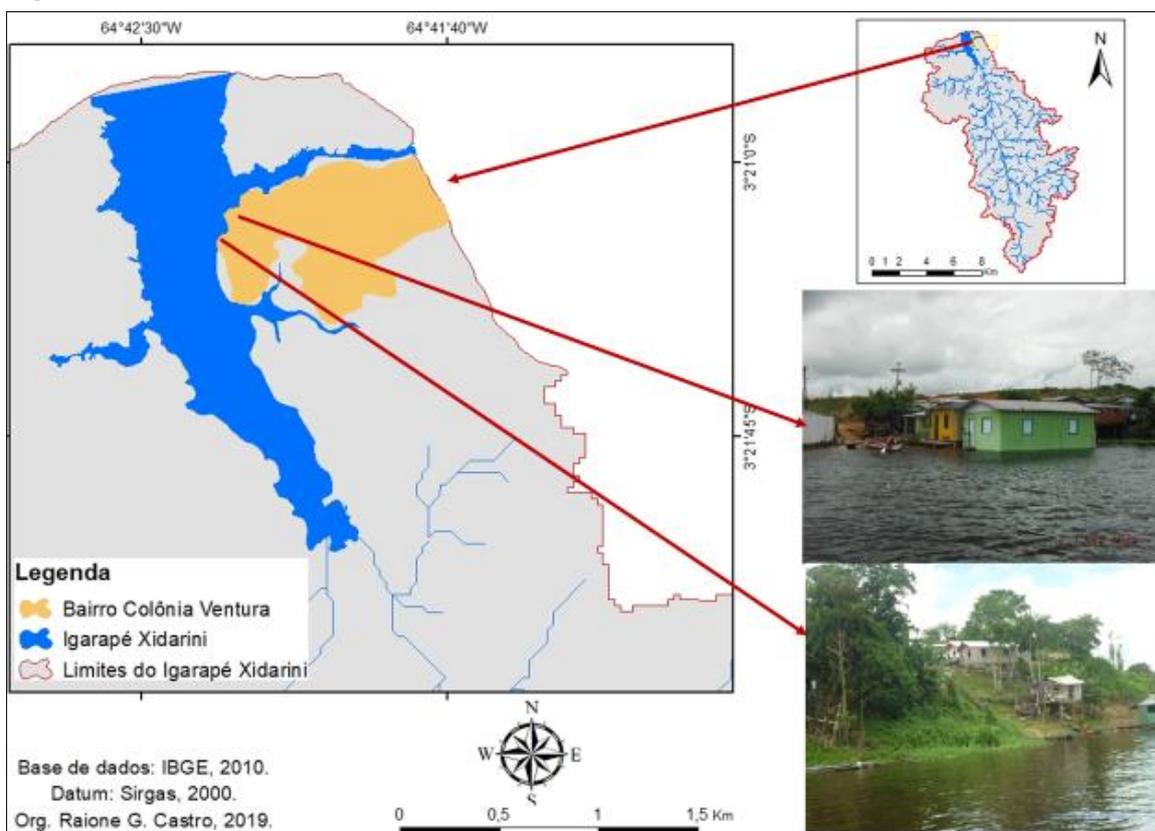
A BHIX entrecorta quase toda área urbana de Tefé, no entanto, os bairros mais atingidos pelo incremento das águas durante as cheias, localizam-se na porção leste do sítio urbano, são eles: Centro, Abial, Colônia Ventura, Olaria, Nossa Senhora de Fátima, Santo Antônio, Santa Luzia e Vila Nova (SILVA, 2018).

### **2.8.1 Colônia Ventura**

Segundo Pessoa (2004), o bairro Colônia Ventura (Figura 17) surgiu em 1930 a partir da instalação de um engenho localizado na margem direita do igarapé Xidarini, no qual se produzia insumos que eram a principal fonte de economia da cidade de Tefé. Esse engenho com o passar dos tempos tornou-se uma colônia próspera e produtiva.

Atualmente essa colônia não existe mais, porém, o nome do bairro recebeu traços da conjuntura histórica, visto que possui o nome de Colônia Ventura. Mais recentemente, o bairro tem se expandido substancialmente, pois foi construído um conjunto habitacional do governo federal, chamado de Residencial Castanheira. Este empreendimento foi assentado nas proximidades da margem direita da BHIX.

Figura 17: Bairro Colônia Ventura



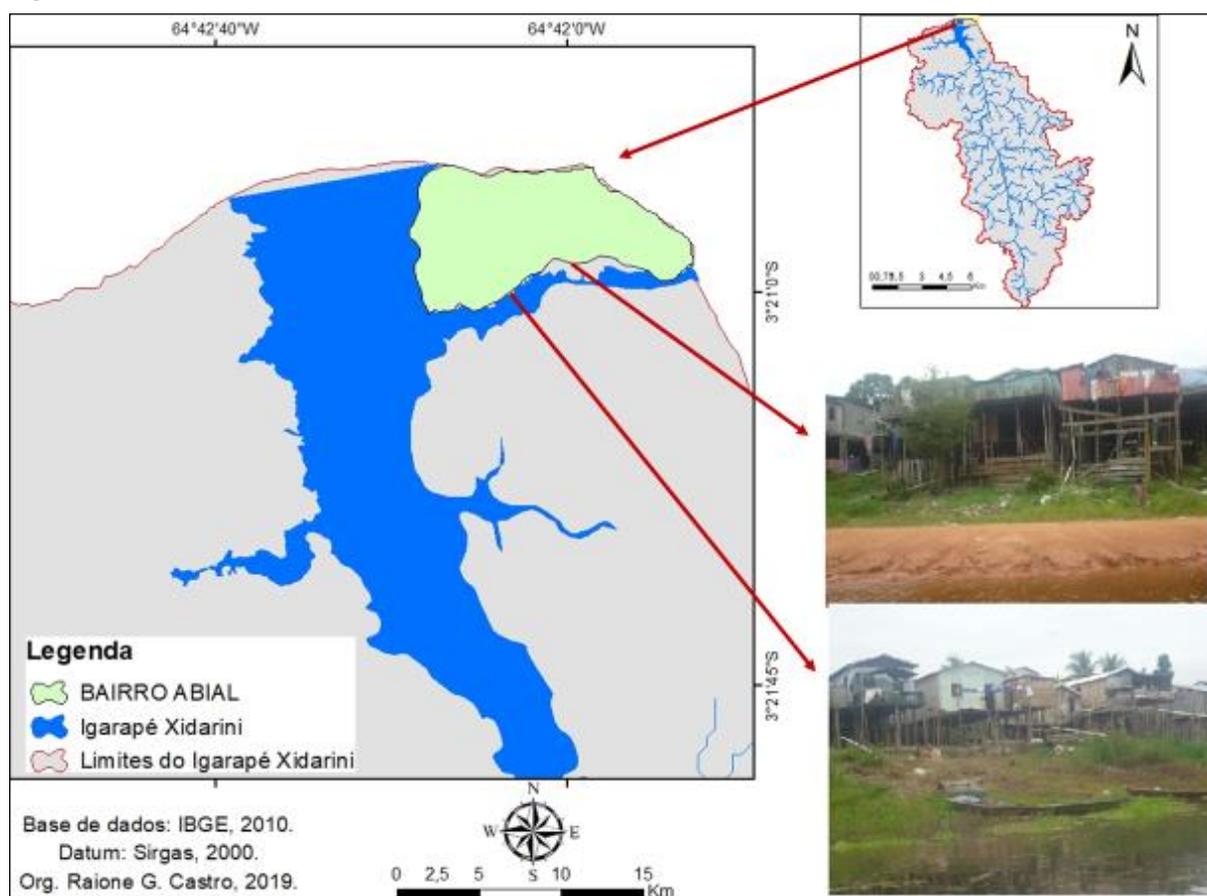
Fonte: CASTRO, 2019.

### 2.8.2 Abial

Segundo Souza (1989) *apud* Santos (2012), o bairro do Abial (Figura 18) era de formação indígena, onde na época da colonização dos portugueses foram encontrados sítios com grandes plantações de abiu e tucumã. Este bairro assim como o Colônia Ventura, surgiram separados do restante da cidade, pois são entrecortados pelo igarapé Xidarini.

Outro aspecto dos 2 bairros é quanto ao meio de acesso, uma vez que os bairros não possuem pontes de ligação com o restante da cidade. Dessa forma, o único meio de acesso é via fluvial.

Figura 18: Bairro Abial



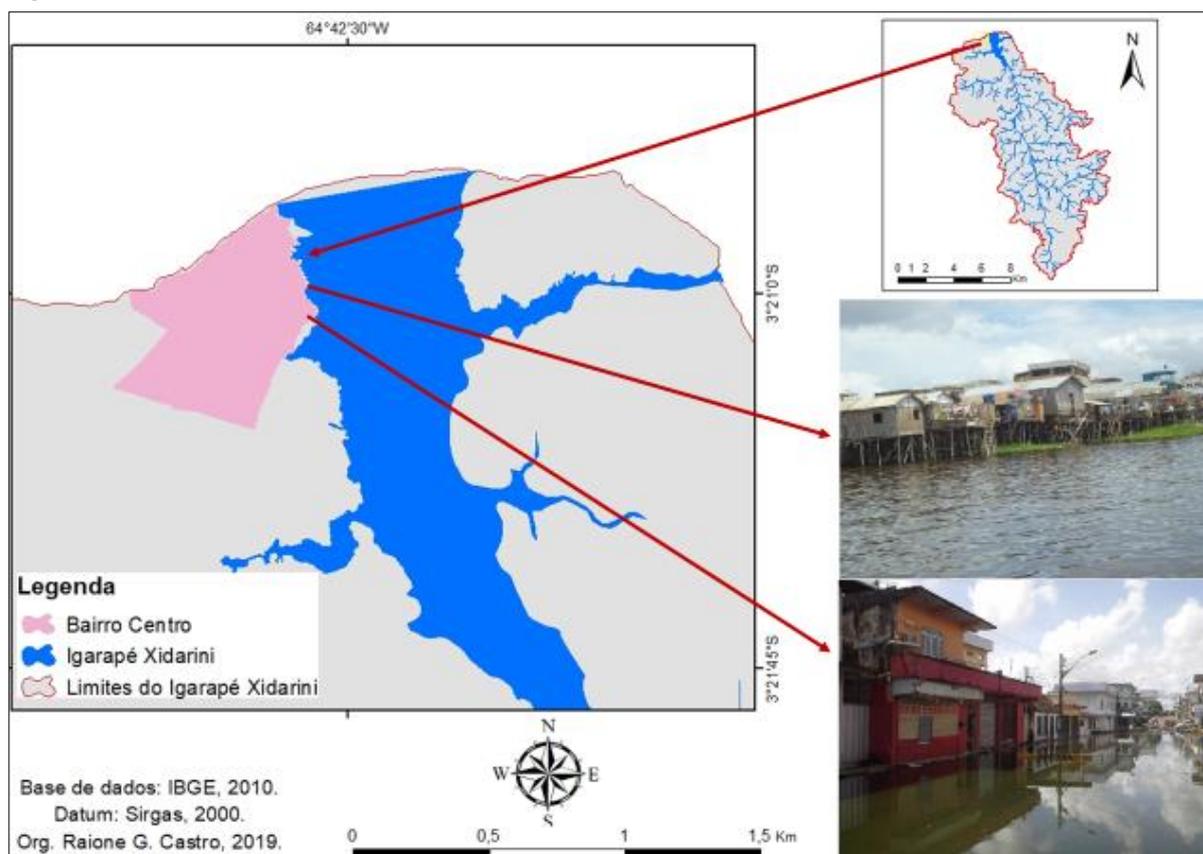
Fonte: CASTRO, 2019.

### 2.8.3 Centro

Em 1969 a ocupação neste bairro tinha um caráter residencial, com casas de madeira e ruas sem asfaltamento (PESSOA, 2004). Com o passar dos anos, o centro tornou-se o nascedouro das repartições públicas. Atualmente, é o bairro que possui maior centralidade comercial de Tefé. Durante as cheias extremas, partes do centro comercial em questão fica submerso pela água.

Além disso, existe no centro (Figura 19) uma porção territorial com um aglomerado de ocupações irregulares, chamado popularmente de “Beira Rio”. Neste subespaço a infraestrutura é precária e quase não há se quer serviços básicos, como coleta de resíduos sólidos e tratamento de esgoto sanitário, visto que a maioria das tubulações sanitárias dos moradores deste local despejam seus esgotamentos sanitários e águas servidas diretamente na bacia do Xidarini.

Figura 19: Bairro Centro



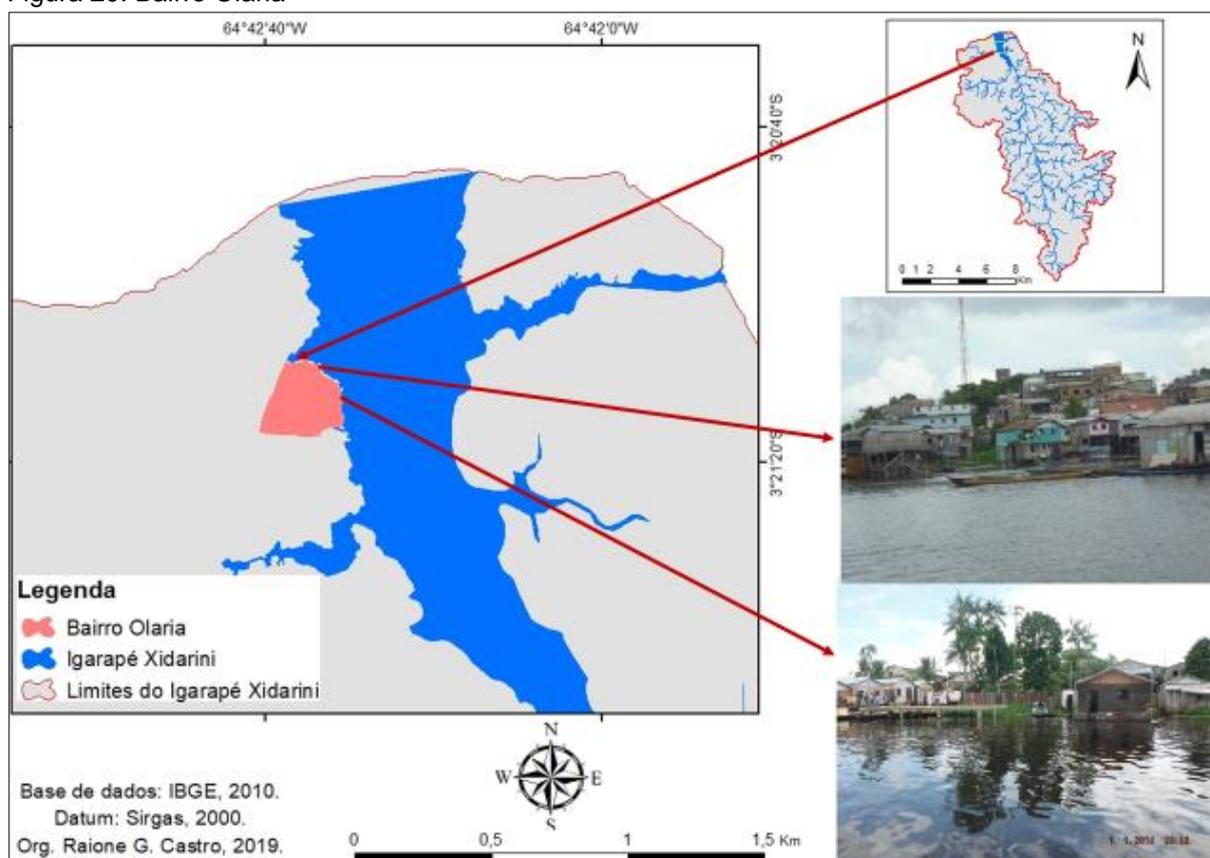
#### 2.8.4 Olaria

O bairro Olaria (Figura 20) foi ocupado, primeiramente, por oleiros e agricultores que trabalhavam em áreas próximas ao igarapé Xidarini. Foi fundado pelo ex-prefeito Armando Retto em 1972 (PESSOA, 2004). Sendo um bairro onde estavam situadas as olarias, Retto decidiu nomeá-lo como bairro de Olaria

Embora seja um bairro pequeno, em relação ao restante dos bairros onde a BHIX está inserida, observa-se que é uma localidade com um adensamento populacional intenso.

A cobertura vegetal no local é quase inexistente com apenas umas manchas de vegetação. A maioria dos moradores que residem neste bairro são pessoas de baixa renda que praticam atividade de agricultura tanto na terra firme, como na várzea. Exercem, também, o ofício da pesca.

Figura 20: Bairro Olaria

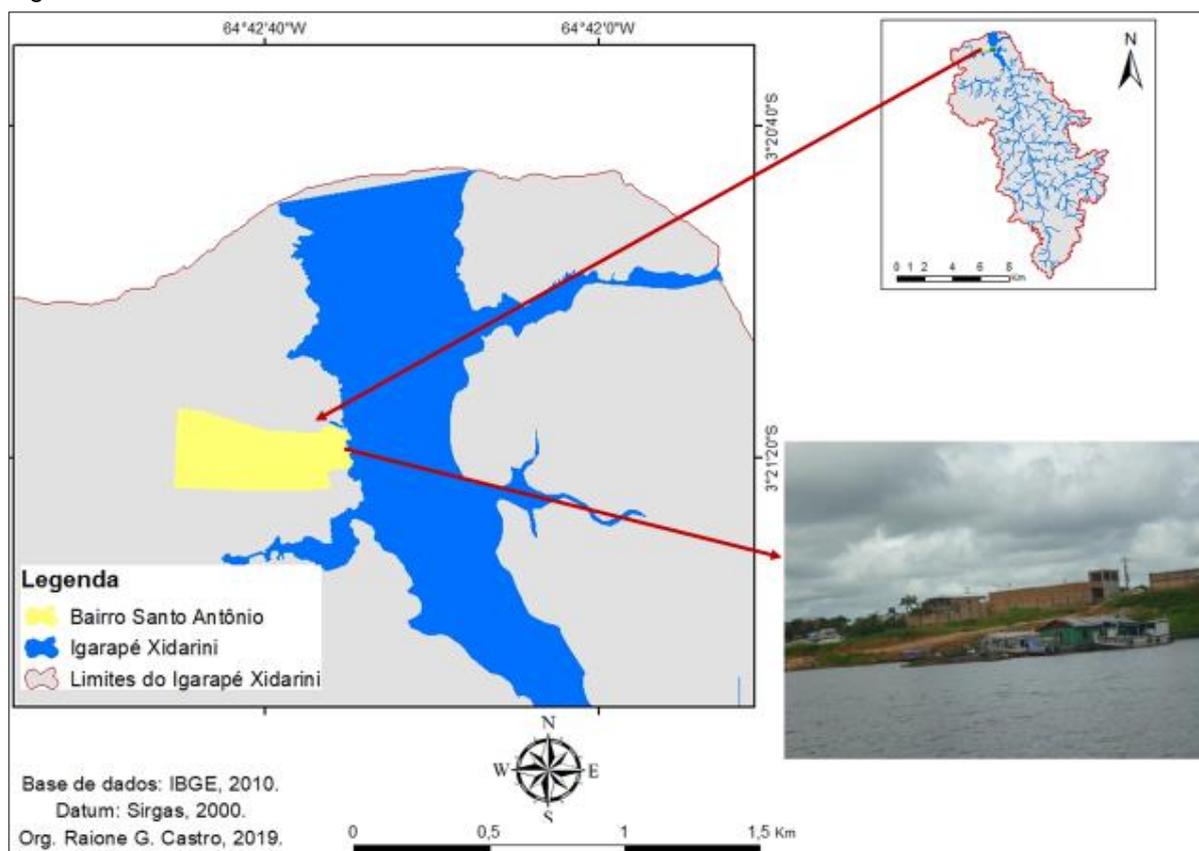


Fonte: CASTRO, 2019.

### 2.8.5 Santo Antônio

Este bairro emergiu em 1969, da ocupação de ribeirinhos advindos das margens do rio Solimões. Esse êxodo rural ocorreu em decorrência das cheias extremas que castigavam os ribeirinhos (PESSOA, 2004). O bairro Santo Antônio (Figura 21) recebe esse nome em virtude da homenagem ao santo padroeiro do bairro, escolhido pelos próprios moradores.

Figura 21: Bairro Santo Antônio

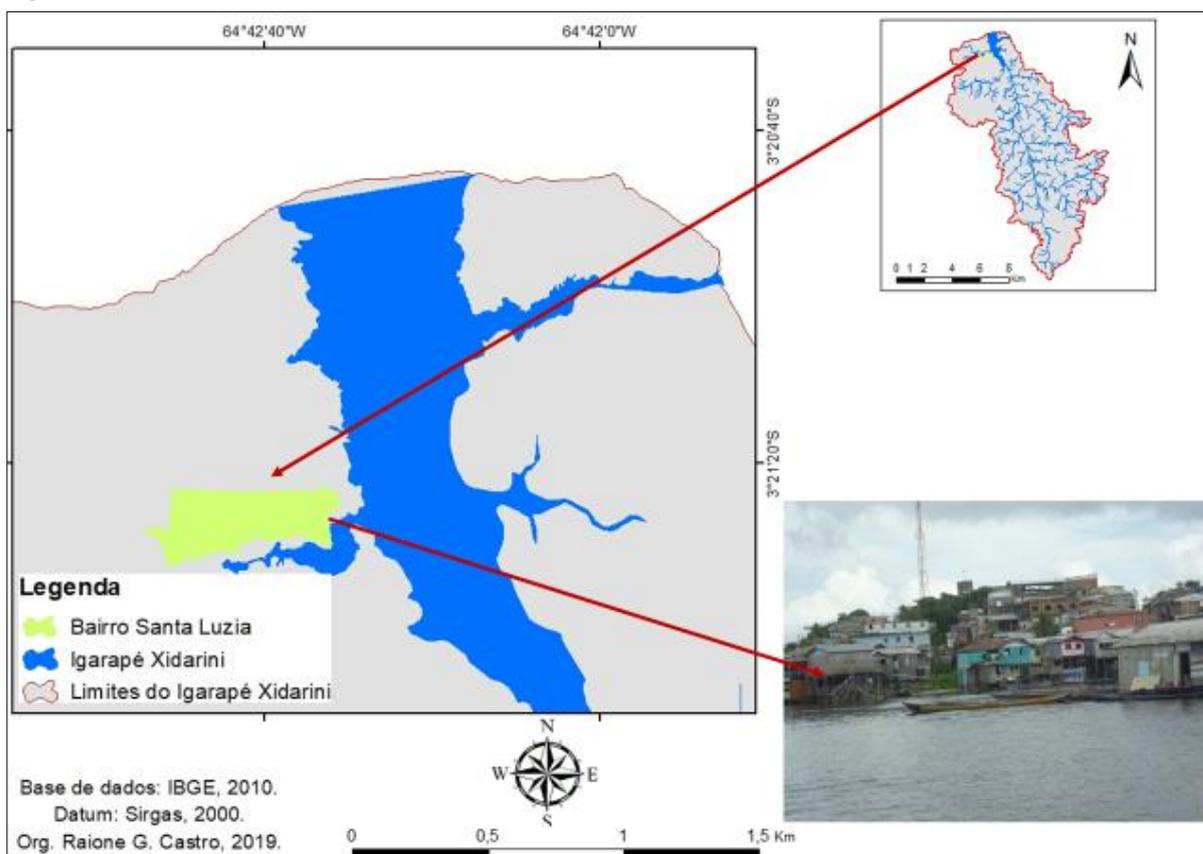


Fonte: CASTRO, 2019.

### 2.8.6 Santa Luzia

Este bairro surgiu a partir da doação de terra feita pelo ex-prefeito Armando Retto em 1977, para as pessoas que não tinham terra (PESSOA, 2004). Essa ação era uma política de expansão da cidade de Tefé. O bairro Santa Luzia (Figura 22) recebe esse nome em decorrência da devoção dos moradores em relação a santa Luzia.

Figura 22: Bairro Santa Luzia

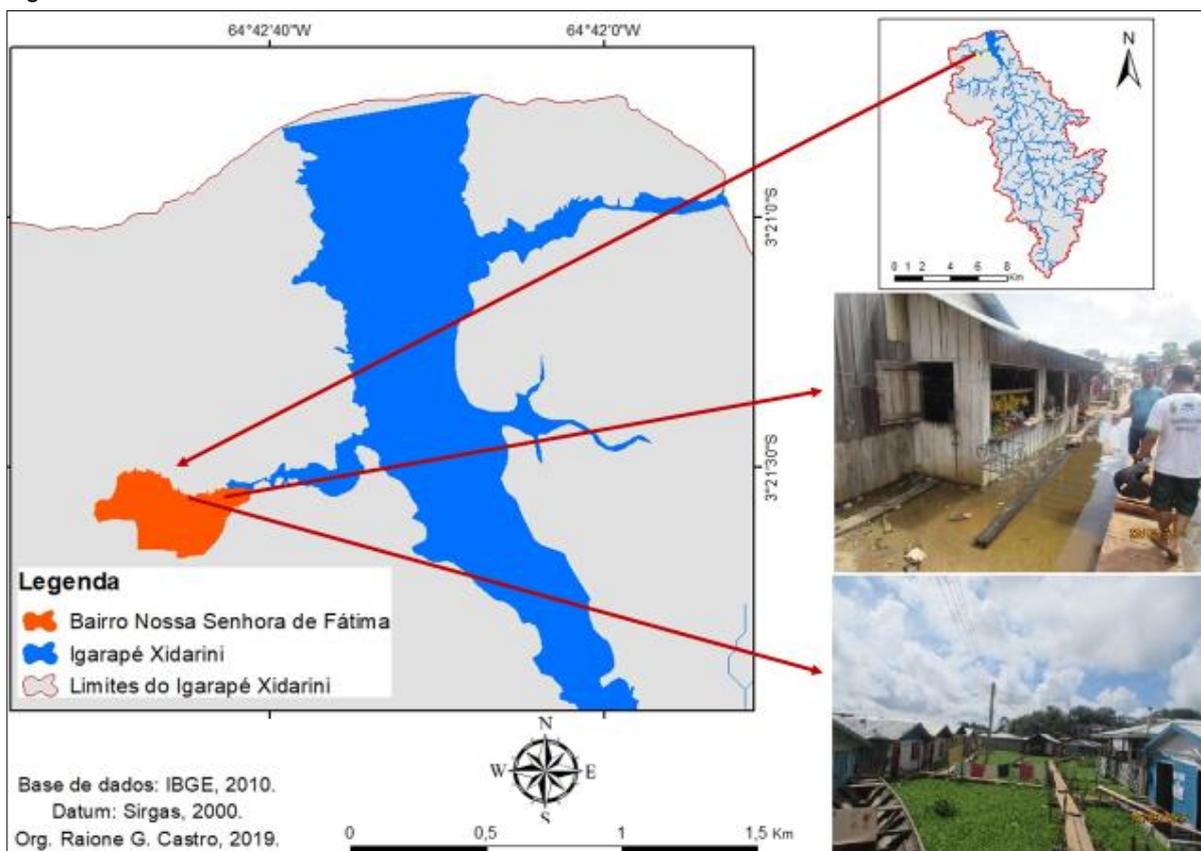


Fonte: CASTRO, 2019.

### 2.8.7 Nossa Senhora de Fátima

O bairro N<sup>a</sup> S<sup>a</sup> de Fátima (Figura 23) teve seu início em 1980, a partir de invasões de terras do empresário Sr. Luciano Alves (PESSOA, 2004). A maioria dos moradores que impulsionaram a ocupação do bairro, eram oriundas da zona rural da cidade de Tefé, estes não tendo onde morar acabaram ocupando as faixas fluviais do igarapé Xidarini.

Figura 23: Bairro Nossa Senhora de Fátima



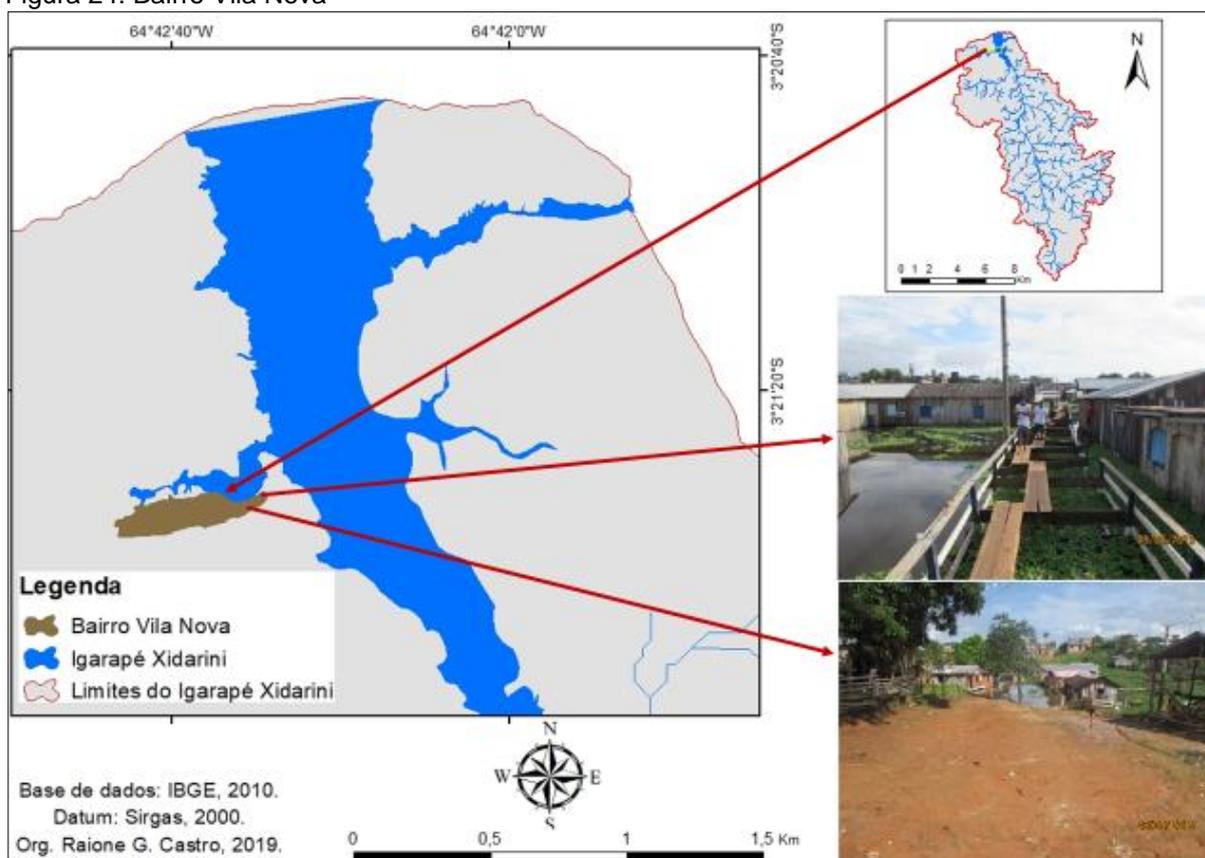
Fonte: CASTRO, 2019.

### 2.8.8 Vila Nova

O bairro Vila Nova (Figura 24), assim como o N<sup>a</sup> S<sup>a</sup> de Fátima também é resultado de uma invasão nas terras que inicialmente pertenciam ao empresário Luciano Alves (PESSOA, 2004). Como os 2 bairros não foram planejados, atualmente possuem infraestrutura precária onde o poder público é quase inexistente.

Antes a única forma de ligação dos bairros citados, com o restante da cidade, era feita através de pontes de madeira, as quais ficam parcialmente inundadas no período das cheias. Em 2018, foram feitas obras, por parte do poder público, de pavimentação e ampliação das vias de circulação de ambos os bairros, o que resultou na integração dos mesmos com os demais bairros de Tefé.

Figura 24: Bairro Vila Nova



Fonte: CASTRO, 2019.

No contexto geral, a maioria dos bairros que margeiam a BHIX, são oriundos de ocupações espontâneas, sobretudo de moradores vindos da zona rural do município. Um aspecto em comum dos bairros apresentados diz respeito a precária infraestrutura dos mesmos, o que demonstra a ineficiência do poder público no tocante a implementação de serviços básicos.

## CAPÍTULO III- FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA-METODOLÓGICA E PROCEDIMENTOS TÉCNICOS DA PESQUISA:

### 3.1 Bacia Hidrográfica e a abordagem sistêmica

Nesta pesquisa tomou-se como subsídio teórico e, sobretudo, metodológico, a abordagem sistêmica, isto é, a paisagem, que neste estudo é representada pela bacia hidrográfica foi entendida como o resultado da combinação de diversos elementos inter-relacionados.

Segundo Christofolletti (1979), a Geografia Física não deve estudar os componentes da natureza de maneira isolada, mas, investigar a unidade resultante da integração e as conexões existentes nesse conjunto. Ou seja, a abordagem sistêmica proporciona um estudo mais apurado da dinâmica dos ambientes naturais, tendo em vista que estes são classificados como sistemas não-isolados abertos, nos quais há troca de energia e matéria (SILVA NETO, 2008).

Neste sentido, um exemplo de ambiente natural que representa um sistema e classifica-se, também, como um sistema aberto é a bacia hidrográfica. Esta tem sido entendida como uma unidade ideal para estudos com um viés sistêmico, pois, tem a capacidade de trocar energia e matéria com seu ambiente exterior, quer dizer, “recebe água e sedimentos fornecidos pelas vertentes” (CHRISTOFOLETTI, 1979, p.02).

Christofolletti (1979) salienta, ainda, que os elementos componentes em uma bacia de drenagem são a cobertura vegetal, a superfície topográfica, os solos e os aquíferos subterrâneos. Desse modo, a precipitação caracteriza-se como um elemento de entrada (input) na bacia, enquanto que a evapotranspiração, tanto da superfície das águas, como da água retida no solo, representa formas de saída (outputs).

Partindo deste pressuposto, a bacia hidrográfica estudada nesta pesquisa, desenvolve este “*feedback*”, pois, no seu ciclo hidrológico recebe água através da precipitação proveniente dos sistemas atmosféricos, e a devolve através da evapotranspiração. Desse modo, reafirma-se que a bacia hidrográfica pode ser abordada enquanto sistema.

Outra característica importante da bacia hidrográfica do ponto de vista sistêmico, diz respeito a sua organização. Sobre isso, Lima (1996, p.17) salienta que:

Todo sistema é um organismo autônomo, mas ao mesmo tempo, componente de um sistema maior (como por exemplo: bacia unitária, microbacia, macrobacia). No sistema aberto, portanto, a ênfase recai sobre as interações e inter-relações do conjunto, ou seja, do todo, do “holon” (holística).

Dessa forma, nota-se que a bacia hidrográfica é organizada de maneira hierarquizada, porém, suas subdivisões não impedem que haja uma inter-relação em todo sistema. Além do mais, uma anomalia em uma das partes componentes do sistema pode ocasionar implicações em sua totalidade, por exemplo, uma perturbação proveniente da ação antrópica numa bacia hidrográfica, possivelmente, será sentida em toda rede de drenagem que a bacia integra. Christofolletti (1980, p.65) afirma, que “todos os acontecimentos que ocorrem na bacia de drenagem repercutem direta ou indiretamente, nos rios”.

Neste sentido, a ação humana deve ser levada em consideração no que diz respeito à abordagem sistêmica nas bacias hidrográficas, visto que a intervenção humana neste sistema natural, à curto ou longo prazo, provoca interferências no que tange aos fluxos de matéria e energia nas bacias, levando, assim, a uma descontinuidade e desequilíbrio na dinâmica do sistema em questão.

Portanto, uma ruptura na dinâmica da bacia hidrográfica, propagada pelo desmatamento ou pela impermeabilização de áreas de domínio (inter)fluvial, interfere na troca de matéria e energia das bacias. A consequência desta intervenção é a possível ocorrência de diversos problemas de ordem socioambiental, como maiores picos de cheias da planície de inundação, assim como secas extremas e deslizamentos de encostas.

### **3.2 Procedimentos técnicos-metodológicos**

Para a realização deste estudo, o primeiro procedimento metodológico da pesquisa, percorreu-se a partir de um levantamento de cunho bibliográfico, no qual buscou-se embasamento teórico-conceitual acerca da temática proposta. Para tanto,

foram consultadas dissertações, teses, artigos científicos em bancos online das universidades. Outra parte da literatura foi adquirida nos periódicos da CAPES; no portal brasileiro de publicações científicas em acesso aberto-oasisbr e livros em bibliotecas físicas das universidades públicas.

Além disso, realizou-se práticas de campo, bem como aquisição de dados primários dos ocupantes da bacia do Xidarini. Durante esta etapa, foi feita também, observações acerca das cheias e registros fotográficos *in loco*.

As visitas em campo ocorreram em anos de episódios de cheia e vazante, sendo assim, foram realizadas visitas em julho de 2017 (cheia) e dezembro de 2018 (vazante). A presente pesquisa, objetivou analisar a natureza dos impactos socioambientais que as cheias extremas causam aos ocupantes das áreas de domínios fluviais da bacia hidrográfica do igarapé Xidarini.

### **3.3 Coleta de dados em campo e aquisição de informações nos órgãos e instituições públicas**

#### **3.3.1 Entrevistas com os moradores da orla do Xidarini**

Nesta etapa foram realizadas 60 entrevistas semiestruturadas com perguntas abertas e fechadas, cujo o objetivo maior foi reunir informações quanto as principais dificuldades dos moradores atingidos de forma direta pelas cheias, assim como coletar dados de condições de moradia e degradação ambiental da bacia.

Os questionários (Anexo 1) foram aplicados a cada 5 domicílios de forma aleatória, em variados pontos da bacia, com intuito de espacializar ainda mais a coleta dos dados. Logo em seguida, os dados foram tabulados em planilhas do *Microsoft Excel*, versão 2016, os quais geraram gráficos para análise.

#### **3.3.2 Aquisição de informações nos órgãos e instituições públicas**

Nesta fase foi feito um levantamento e coleta de informações nos órgãos públicos que atuam de forma direta na tentativa de minimizar os impactos dos eventos hidrológicos extremos, e nas instituições que são afetadas em decorrência dessa problemática. Nesse sentido, foram realizadas aquisição de dados na

Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil-COMPDEC, Prefeitura Municipal de Tefé-PMT, Secretaria de Meio Ambiente-SEMA, Secretaria Municipal de Saúde-SEMSA e no IBGE do município.

Outra parte dos dados foram adquiridos em documentos oficiais do tipo Avaliação de Danos-AVADAN's, Formulários de Informações de Desastres-FIDE's e Portarias com dados quanto ao quantitativo de atingidos, danos materiais, mortes, decretos de estado de atenção, alerta e emergência disponibilizados no banco de dados oficial da Defesa Civil Nacional, via [www.mi.gov.br/web/guest/defesacivil](http://www.mi.gov.br/web/guest/defesacivil).

As informações repassadas e disponibilizadas pelos órgãos e instituições supracitados, foram tabuladas em ambiente *Excel*, versão 2016 e geraram dados dos impactos socioambientais das cheias extremas, como por exemplo: número de desabrigados, total de atingidos, demonstrativos de gastos com insumos para os atingidos e etc.

### **3.4 Levantamento dos totais acumulados de chuva**

Para compor a base de dados desta pesquisa, os dados foram consultados pelo site do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, por meio do Banco de Dados Meteorológicos para Pesquisa e Ensino – BDMEP, que possui séries históricas de dados meteorológico. Este serviço é oferecido no próprio site oficial do INMET - disponibilizado na internet via <http://www.inmet.gov.br/>.

A estação pluviométrica (nº 82317) - TEFÉ – AM, localiza-se nas coordenadas Latitude: -3.83, Longitude: -64.7 e a 47.00m altitude. A estação fornece dados de precipitação em mm, temperatura em °C, e dentre outras informações de parâmetros meteorológicos.

Foram coletados dados de precipitação mensal a partir de 1993 até 2018, período coincidente com os dados de cotas fluviométricos do estudo. Estas informações passaram por uma sistematização em planilhas do *Microsoft Excel*, versão 2016 e gerou-se um pluviograma para análise.

Ademais, os totais acumulados de precipitação anual foram correlacionados com os valores fluviométricos em anos de cheias extremas, objetivando saber quanto cada acumulado contribuiu ou não para elevação do nível do rio.

### 3.5 Sistematização dos dados fluviométricos da estação Tefé-Missões

Dando continuidade ao processo técnico-metodológico, extraiu-se a relação de todas as cotas diárias e mensais a partir de 1993 até 2018, da estação Tefé-Missões (código12900001), localizada na -Lat: -3,375833 e Long: -64,654722. Essas informações foram adquiridas de forma gratuita através do site da Agência Nacional das Águas-ANA, disponível na Internet via <http://www.ana.gov.br/>. Os dados adquiridos foram compilados em planilhas do *Excel* e geraram tabelas e gráficos para análise.

Se tratando acerca da leitura da régua fluviométrica (Figura 25) da estação Tefé-Missões, Silva (2018) reitera que, a coleta dos níveis fluviométricos, para cidade de Tefé é realizada na Barreira da Missão aproximadamente 6,95 Km, da área urbana da cidade de Tefé.

Figura 25: Uma das régua fluviométricas da estação Tefé-Missões, Médio Solimões-AM.



Foto: Defesa Civil de Tefé, 2015.

### 3.6 Análise multitemporal do uso do solo e cobertura vegetal utilizando Geotecnologias

Para elaboração dos mapas de uso do solo e cobertura vegetal da BHIX foram utilizados produtos do sensoriamento remoto (imagens de satélite) e Software gratuito (*Spring 5.5.4*).

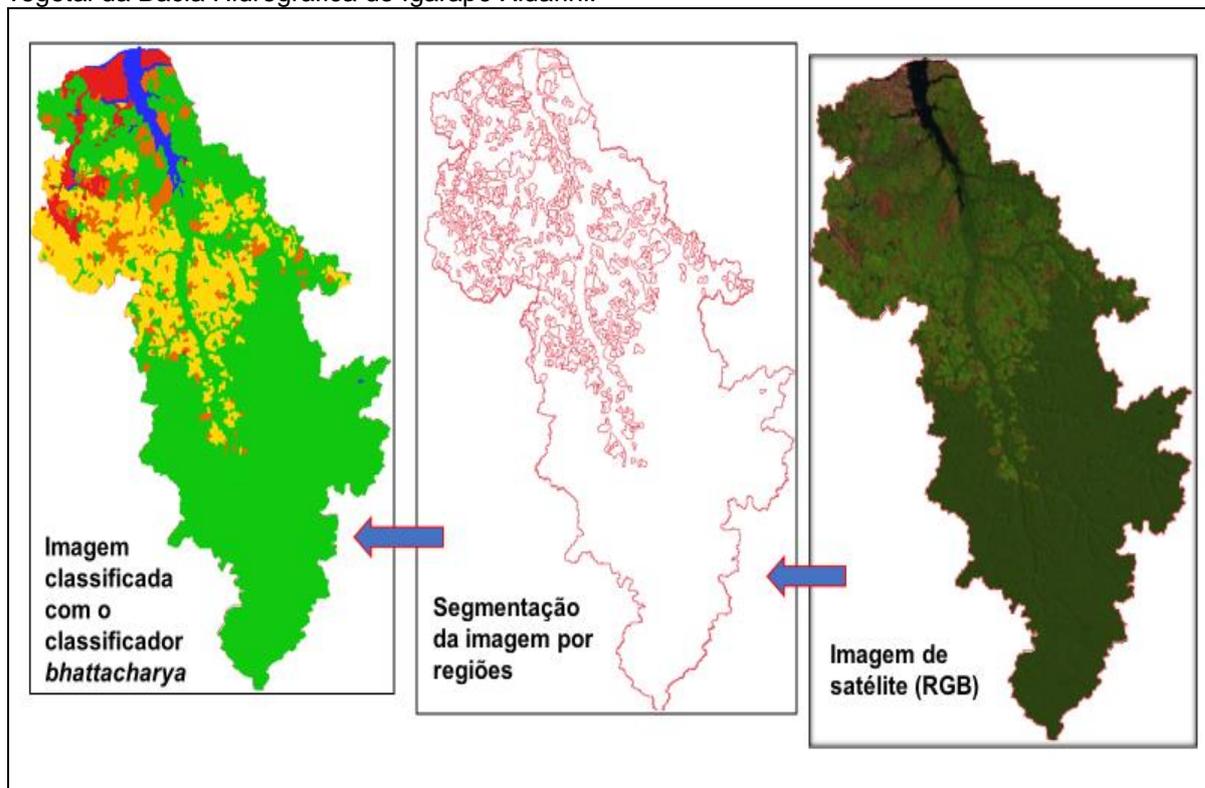
As imagens de satélite foram obtidas de forma gratuita do United State Geological Survey (USGS), utilizou-se a imagem do sensor remoto LANDSAT 5 TM de 25/08/1984 (cena 001062\_L1) e do LANDSAT 8 OLI de 24/09/2018 (ID: cena LC08\_L1TP\_001062).

Logo em seguida, foi feita a composição colorida *RGB* das imagens em ambiente SIG utilizando as bandas 3, 4 e 5 para LANDSAT 5TM, e 4, 5 e 6 para LANDSAT 8 OLI. Após esta etapa, iniciou-se o recorte das imagens da área de interesse (BHIX). A partir disso, as imagens foram classificadas por regiões segmentadas.

No procedimento seguinte, após a segmentação das imagens por regiões, fez-se o treinamento, que por sua vez, consiste em criar e coletar amostras de floresta, desmatamento, solo exposto e corpos d'água para uma possível classificação. A classificação, diz respeito a análise das amostras, na qual é usado um classificador que mede a semelhança de cada amostra coletada.

Utilizou-se na classificação das imagens o classificador *BHATTACHARYA*, este tem a capacidade de nos fornecer um valor estimado 99,9 % do resultado coletado pelo usuário. Com isso, foi possível verificar através da análise das amostras, se cada área analisada está correta (Figura 26).

Figura 26: Procedimentos metodológicos para elaboração do mapa de uso do solo e cobertura vegetal da Bacia Hidrográfica do Igarapé Xidarini.

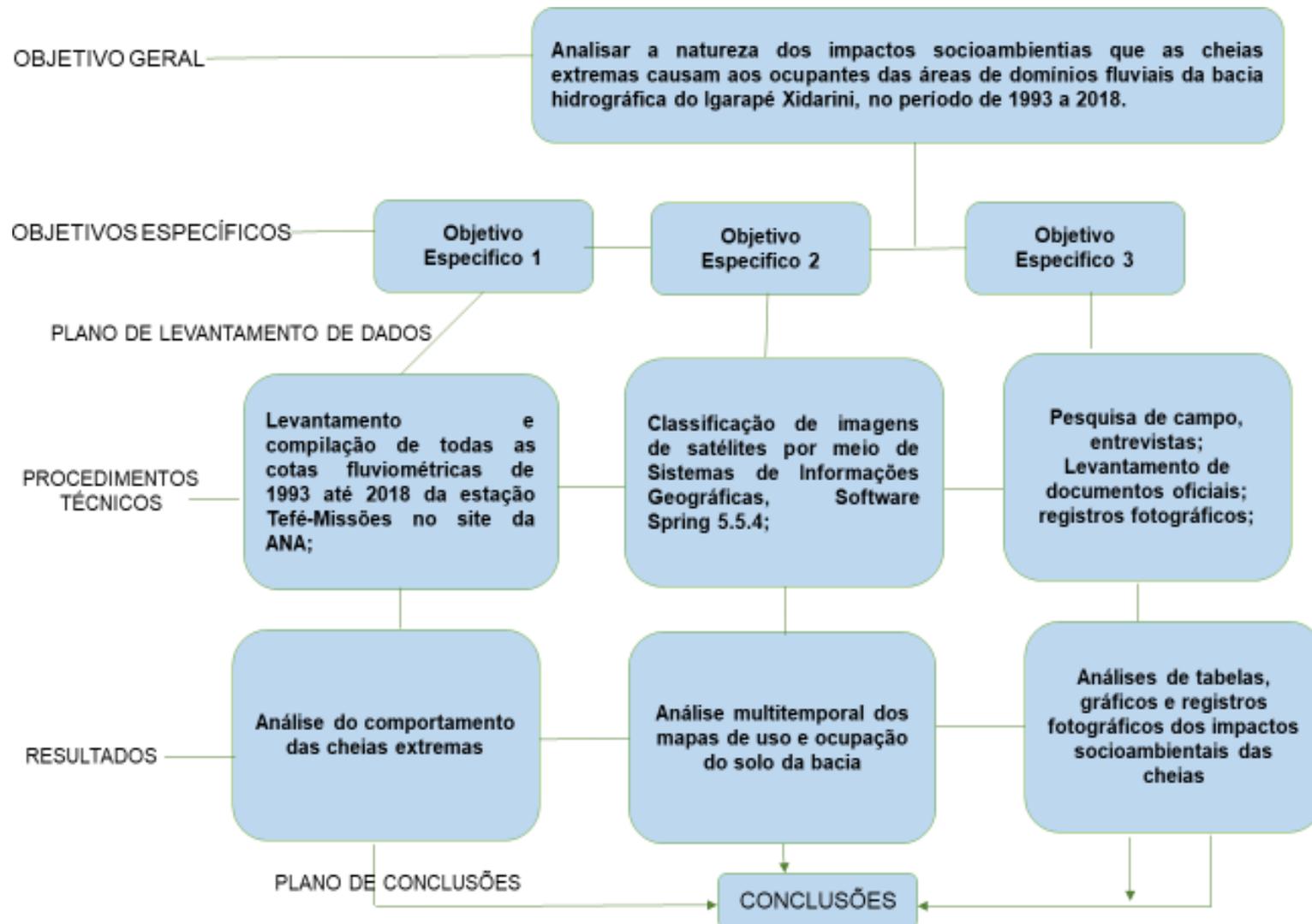


Fonte: Organizado por CASTRO, 2019.

A classificação da imagem foi feita através do software gratuito *SPRING* 5.5.4, que por sua vez, classificou cada classe temática criada e, respectivamente, representada por uma cor específica: mancha urbana (vermelho), solo exposto (laranja) desmatamento (amarelo) floresta (verde) e corpos d'água (azul).

Na etapa seguinte, foram extraídas as medidas de cada classe temática em Km<sup>2</sup>, as quais foram compiladas e transformadas em percentagens, com o auxílio do *Excel*.

Figura 27: Fluxograma dos procedimentos metodológicos.



Org. CASTRO, R.G. 2019.

## **CAPÍTULO IV- VARIABILIDADE HIDROLÓGICA E OS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS NA BACIA HIDROGRÁFICA URBANA DO IGARAPÉ XIDARINI:**

### **4.1 Variabilidade hidrológica do rio Solimões e as cheias extremas**

Neste capítulo são abordados os resultados da pesquisa, relacionando as questões levantadas durante a atividade de campo com a literatura apresentada nos capítulos anteriores.

No decorrer da elaboração desta pesquisa, foi de fundamental importância recorrer a informações sobre o monitoramento fluvial da Bacia do Rio Solimões, pois é onde encontra-se a régua fluviométrica de referência para cidade de Tefé e, evidentemente, para bacia do Xidarini.

A defesa civil através do Comando de Monitoramento e Alerta, que por sua vez é o órgão incumbido de emitir os alertas de possíveis cheias para os municípios do Estado do Amazonas. Os alertas são pautados em informações de órgãos oficiais como, o Sistema de Proteção da Amazônia (SIPAM) e Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), que acompanham os acumulados de precipitação, bem como os níveis dos rios da região.

No entanto, ainda não há nenhuma classificação quanto a tipologia das cheias para cidade de Tefé, isto é, uma ordem referente ao alerta com o nível (cota) do rio e o tipo de cada evento de cheia. Com base nisso, criou-se uma proposta de tipologia das cheias (Quadro 1), tendo como parâmetros informações cedidas pela Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil de Tefé e observações em campo.

Dessa forma, a ordem classificatória ficou da seguinte maneira: até a cota de 13,13 m, surgem os primeiros impactados (cheia fraca); entre 13,13 a 13,95 m, se inicia os transtornos (cheia moderada); dos 13,95 m em diante se inicia a cota de emergência (grande cheia) e a partir de 14,91 m, cota de transbordamento (cheia extrema).

Quadro 1: Tipologia das Cheias para a cidade de Tefé.

<b>Cota</b>	<b>Proposta de tipologia das Cheias</b>	
Até 13,13 m	Surgem os primeiros impactados	Cheia Fraca
13,13 a 13,95 m	Início dos Transtornos	Cheia Moderada
13,95 a 14,91 m	Cota de Emergência	Grande Cheia
14,91 em diante	Cota de Transbordamento	Cheia Extrema

Fonte: ANA e COMPDEC. Org. CASTRO, 2019.

A partir do quadro de tipologias das cheias, criou-se outra informação pertinente, ou seja, o quadro de classificação geral das cheias (Quadro 2) para estação Tefé-Missões, o qual está classificado no intervalo de tempo de 25 anos, entre 1993 e 2018.

Quadro 2: Classificação geral das cheias, com base na proposta de tipologia das cheias para a estação Tefé-Missões (AM), mostrando o ano, a cota máxima anual e sua respectiva classificação.

<b>ANO</b>	<b>COTA</b>	<b>CLASSIFICAÇÃO</b>
<b>1993</b>	<b>14,92</b>	<b>Cheia Extrema</b>
<b>1994</b>	<b>15,02</b>	<b>Cheia Extrema</b>
1995	12,60	Cheia Fraca
1996	13,87	Cheia Moderada
1997	14,18	Grande Cheia
1998	14,01	Grande Cheia
<b>1999</b>	<b>15,54</b>	<b>Cheia Extrema</b>
2000	14,09	Grande Cheia
2001	13,86	Cheia Moderada
2002	14,59	Grande Cheia
2003	14,40	Grande Cheia
2004	11,94	Cheia Fraca
2005	13,39	Cheia Moderada
2006	13,56	Cheia Moderada
2007	13,38	Cheia Moderada
2008	13,24	Cheia Moderada
<b>2009</b>	<b>15,11</b>	<b>Cheia Extrema</b>
2010	12,94	Cheia Fraca
2011	13,73	Cheia Moderada
<b>2012</b>	<b>15,30</b>	<b>Cheia Extrema</b>
2013	13,92	Cheia Moderada
2014	14,82	Grande Cheia
<b>2015</b>	<b>16,02</b>	<b>Cheia Extrema</b>
2016	14,20	Grande Cheia
2017	14,54	Grande Cheia
2018	13,62	Cheia Moderada

Fonte: ANA. Org. CASTRO, 2018.

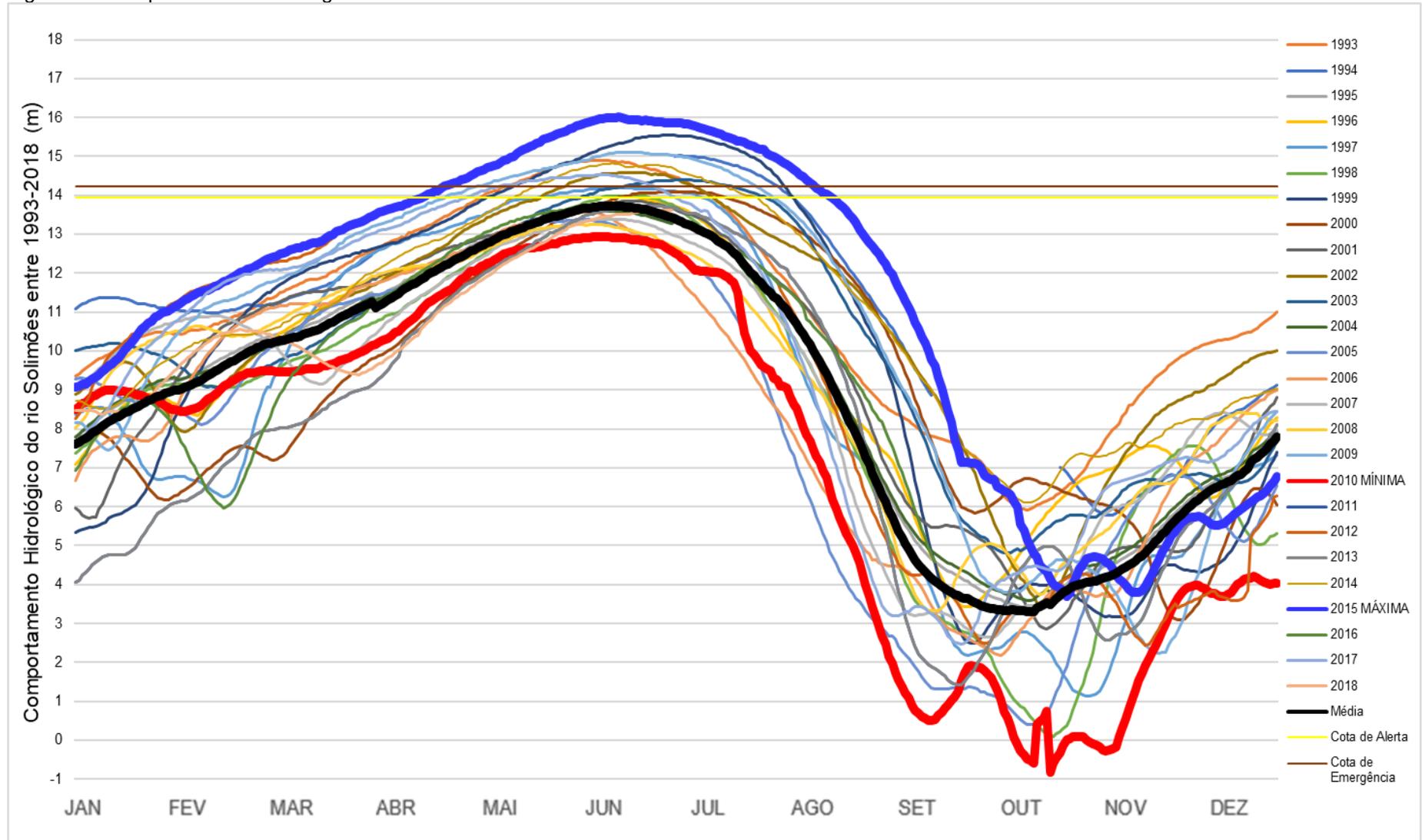
No Quadro 2, observa-se que as cheias extremas contabilizaram (6 ocorrências). As grandes cheias, obtiveram um total de (8 ocorrências). Não obstante a isso, as cheias moderadas, foram as com maior incidência na escala temporal, ou seja, 9 no total. As classificadas como cheias fracas, por sua vez, somaram (3 ocorrências).

Através da análise do comportamento hidrológico do rio Solimões ao longo da escala temporal estipulada para a pesquisa, constatou-se grandes oscilações de níveis de cheias e vazantes. A cheia de maior impacto ocorreu no ano de 2015, no qual registrou-se a cota de 16,02 m superando a de 1999, segunda maior cota, com valor de 15,54 m; ambas com ápice no mês de junho. Por outro lado, o menor nível de vazante foi no ano de 2010, que por sua vez, alcançou -27 cm registrado no mês de outubro (Figura 28).

Partindo dessa conjuntura, Silva (2018) em estudos recentes sobre os impactos socioambientais que as cheias excepcionais causam a cidade de Tefé, constatou que as cotas acima de 15 metros são as mais impactantes para os cidadãos.

Sternberg (1998) reitera que as cheias de maior magnitude se distinguem das cheias normais, por apresentarem níveis mais elevados, bem como rapidez na subida das águas.

Figura 28: Comportamento Hidrológico do rio Solimões-AM entre 1993-2018.



Fonte: ANA. Org. por CASTRO, 2018.

Tabela 2: Frequência dos meses de cheia e vazante do rio Solimões-AM estação Tefé-Missões – Período 1993 a 2018.

Cheia			Vazante		
Mês	Frequência	%	Mês	Frequência	%
Maio	2	8	Setembro	5	20
Junho	19	76	Outubro	12	48
Julho	4	16	Novembro	7	28
			Dezembro	1	4
Total	25	100		25	100

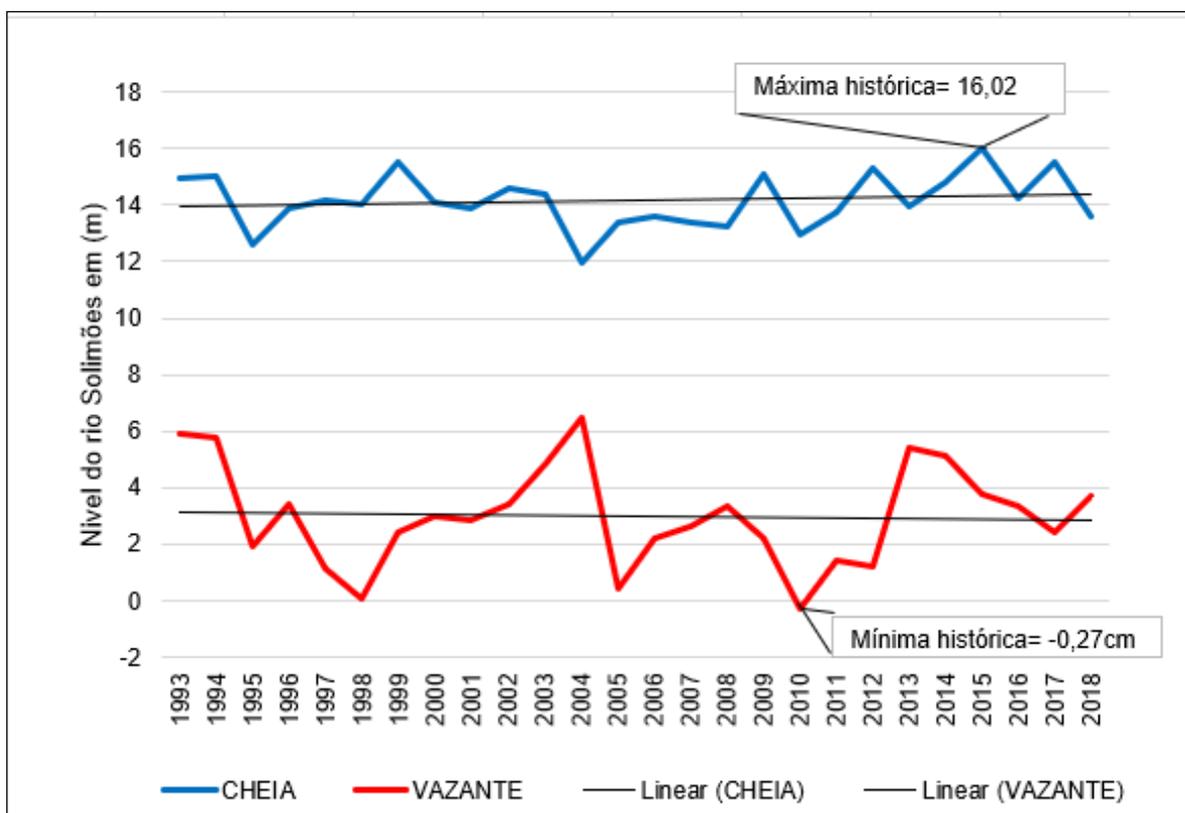
Fonte: ANA. Org. CASTRO, 2019.

As medições da cota do rio Solimões-AM, realizadas diariamente na Barreira da Missão, mostram uma regularidade na frequência da cheia no mês de junho com 76 %. Entretanto, a vazante é mais irregular, com maior frequência nos meses de outubro com 48%, novembro 28 % e setembro 20%, conforme Tabela 2.

Embora o período de cheia comece em novembro/dezembro, o seu pico acontece no mês de junho, como visto na figura 28. De acordo com Silva (2018, p.80) “o período do nível mais elevado das águas inicia-se no mês de maio e se estende até julho, sendo a maior frequência de cotas máximas no mês de junho”.

O comportamento fluviométrico nos últimos 25 anos demonstra que a ocorrência de cheias extremas, a partir dos anos 2000, está se dando em um intervalo de tempo cada vez menor e sua linha de tendência evidencia que no período analisado, a cota das cheias vem aumentando gradativamente. Nota-se, também, que as vazantes, no período de 1993 a 2018, foram apresentando cotas menores em um espaço de tempo maior em comparação com a temporalidade das cheias, sendo que os anos com menores cotas, abaixo de 1m, foram em 1998, 2005 e 2010. Esses anos extremos de vazante implicam consideravelmente na região do Médio Solimões, inclusive na cidade de Tefé, pois dificultam a navegabilidade, principal meio de integração da cidade com os demais municípios (Figura 29).

Figura 29: Comportamento das Cheias e Vazantes e suas linhas de tendência de 1993 até 2018.



Fonte: ANA (1993-2018). Org. CASTRO, R.G. 2019.

Pelo exposto, se tratando acerca do comportamento das cheias extremas, estas não seguem uma regularidade padrão. Os dados contidos na Quadro 1 e nas Figuras 28 e 29 são relevantes, pois evidenciam que no intervalo de tempo de 25 anos, 3 das 6 cheias extremas ocorreram na década de 90 e o restante a partir dos anos 2000 e numa escala de tempo curta, ou seja, a cada 2 anos.

#### 4.2 Resultados dos totais acumulados de chuva e seu comportamento

A Tabela 3 demonstra o resultado dos totais acumulados mensais a partir de 1993, tendo como parâmetro o recorte temporal do presente estudo, de 1993 até 2018.

O intuito da quantificação desses dados foi a realização de um estudo comparativo dos totais acumulados de chuva anuais e os anos de eventuais cheias extremas. Dessa forma, pode-se observar o quanto cada volume precipitado contribuiu para as cheias extremas na bacia hidrográfica do igarapé Xidarini.

Com relação aos dados de precipitação, é importante destacar que a série histórica do INMET, no período discriminado para análise, possui algumas falhas técnicas, visto que possuem alguns meses sem dado. Porém, a ausência desses dados não compromete a pesquisa, pois são apenas 2 meses em anos diferentes.

Após serem tabulados os totais acumulados de chuva mensal, foram feitas as somatórias dos volumes precipitados anualmente.

Tabela 3: Índices pluviométricos mensais e anuais, com destaque para as cheias extremas.

<b>ANO</b>	<b>JAN</b>	<b>FEV</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAI</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SET</b>	<b>OUT</b>	<b>NOV</b>	<b>DEZ</b>	<b>TOTAL</b>
<b>1993</b>	177,8	250	230,9	333,1	188,3	70,5	71,2	63,5	85,9	195,9	236,9	236,4	<b>2.140</b>
<b>1994</b>	372	240,3	275,9	225,3	271,4	185,1	41,5	98,9	164,3	79	135,4	223,2	<b>2.312</b>
1995	97,4	66,8	159,4	111,8	224,7	124,4	94,2	27,2	38,9	87,2	127,8	213,3	<b>1.373</b>
1996	235,7	418,4	399,6	221,5	204,2	179,4	53	115,4	61,1	165,3	139,1	99,2	<b>2.292</b>
1997	122,1	219,6	545	267,9	145	42,5	117,8	120,2	99	100,9	177,4	152,7	<b>2.110</b>
1998	206,6	213,1	258,1	257,3	213,2	174,5	99,7	30	98,1	180,2	188,8	92,6	<b>2.012</b>
<b>1999</b>	354,3	312,5	306,4	314,4	362,7	228,2	139,3	107,4	90,7	62,5	32,1	271,1	<b>2.582</b>
2000	404,2	155,4	332,4	261,4	287,1	107,5	135,9	76,8	260,3	237,3	225,5	264,3	<b>2.748</b>
2001	483,6	202,3	330,9	314,7	233	134,7	121,3	90	139,1	168,8	154,2	254,8	<b>2.627</b>
2002	150	319	225,4	400,4	55,4	159,6	167,5	134,9	90,7	154,6	204,8	190,2	<b>2.253</b>
2003	166,2	248	253,2	426,4	348,9	215,4	93,3	93,6	42,1	92,6	118,4	229,4	<b>2.328</b>
2004	0	230,2	331,1	308,7	245,4	143,7	102,5	73,8	174,6	185,9	186,1	101	<b>2.083</b>
2005	129	335	444,4	271,8	209	198,5	26	91,4	208,2	159,1	116,9	297,3	<b>2.487</b>
2006	428,2	271,7	234,1	238,7	310,6	152,3	65,7	132,9	160,3	131,6	308,4	251,8	<b>2.686</b>
2007	311,8	70,9	159,7	366,6	193	138,8	299,3	99,5	136,3	138,9	159,7	253	<b>2.328</b>
2008	211,8	224	239	174,4	261,6	123,9	145,7	74,2	162,8	243,9	139,9	181	<b>2.182</b>
<b>2009</b>	396,7	411,8	364,7	258,8	280,8	139	68,9	167,9	99,5	261,8	102,1	213,5	<b>2.766</b>
2010	234,5	180,5	199,2	387,5	226,9	167,7	139	50,5	50,2	130,5	171,4	304,8	<b>2.243</b>
2011	281,4	228,2	243,1	300,3	308,8	197,2	70,9	52,5	11,4	181,7	275,4	144	<b>2.295</b>

<b>2012</b>	637,2	364,3	302,7	338,6	370,3	111	121,5	120,6	109,3	196,4	108,6	344,1	<b>3.125</b>
2013	268,4	401,8	391,6	424,7	229,7	175,2	146,3	91,9	148,7	119,4	374,2	178,4	<b>2.950</b>
2014	299,3	346,2	509,4	225,5	399,3	161,9	106,9	138	102,9	162,8	251,3	132,8	<b>2.836</b>
<b>2015</b>	294,7	129,6	311,8	343,8	284	182,4	90,5	66,7	62,9	105,8	197	147,5	<b>2.217</b>
2016	205,7	226	408,3	283,7	184,6	195,6	166,8	59,5	92	183,9	211,3	287,8	<b>2.505</b>
2017	454,1	317,9	214,4	397,4	362	202,3	109,7	62,2	99	292,6	93,4		<b>2.605</b>
2018	348,1	292,2	247,4	285,9	221,8	110,1	99,2	201,1	129,1	85,5	241,1	272,9	<b>2.534</b>

Fonte: Base de dados do INMET. Org. por CASTRO, 2018.

A Tabela 4 mostra o resultado do inventário com os dados de precipitação anual, os quais foram distribuídos em colunas com seu respectivo ano. Além disso, consta-se também, as diferenças dos volumes pluviométricos referentes a cada ano. As datas em destaque (vermelho), correspondem as cheias que foram classificadas anteriormente como extremas.

Tabela 4 - Comparativa entre valores totais de precipitação em anos de cheias extremas.

Ano	Total Acumulado	Diferença em mm
<b>1993</b>	2.140 mm	O acumulado de 1993 é 172 mm < que 1994
<b>1994</b>	2.312 mm	
1995	1.373 mm	O acumulado de 1995 é 919 mm < que 1996
1996	2.292 mm	O acumulado de 1996 é 182 mm > que 1997 e 280 mm > que 1998
1997	2.110 mm	
1998	2.012 mm	
<b>1999</b>	2.582 mm	O acumulado de 1999 é 570 mm > que 1998
2000	2.748 mm	O acumulado de 2000 é 121 mm > que 2001 e 495 mm > que 2002 e 420mm > que 2003
2001	2.627 mm	
2002	2.253 mm	
2003	2.328 mm	O acumulado de 2003 é 245 mm > que 2004
2004	2.083 mm	
2005	2.487 mm	O acumulado de 2005 é 199 mm < que 2006
2006	2.686 mm	O acumulado de 2006 é 358 mm > que 2007 e 504mm > que 2008
2007	2.328 mm	
2008	2.182 mm	
<b>2009</b>	2.766 mm	O acumulado de 2009 é 523 mm > que 2010 e 471mm > que 2011
2010	2.243 mm	
2011	2.295 mm	
<b>2012</b>	3.125 mm	O acumulado de 2012 é 179 mm > que 2013 e 289 mm > que 2014
2013	2.950 mm	
2014	2.836 mm	O acumulado de 2014 é 619 mm > que 2015 e 331 mm > que 2016
<b>2015</b>	2.217 mm	
2016	2.505 mm	O acumulado de 2016 é 288 mm > que 2015
2017	2.605 mm	O acumulado de 2017 é 100 mm > que 2016 e 71 mm que 2018
2018	2.534 mm	

Fonte: INMET. Org. CASTRO, 2018.

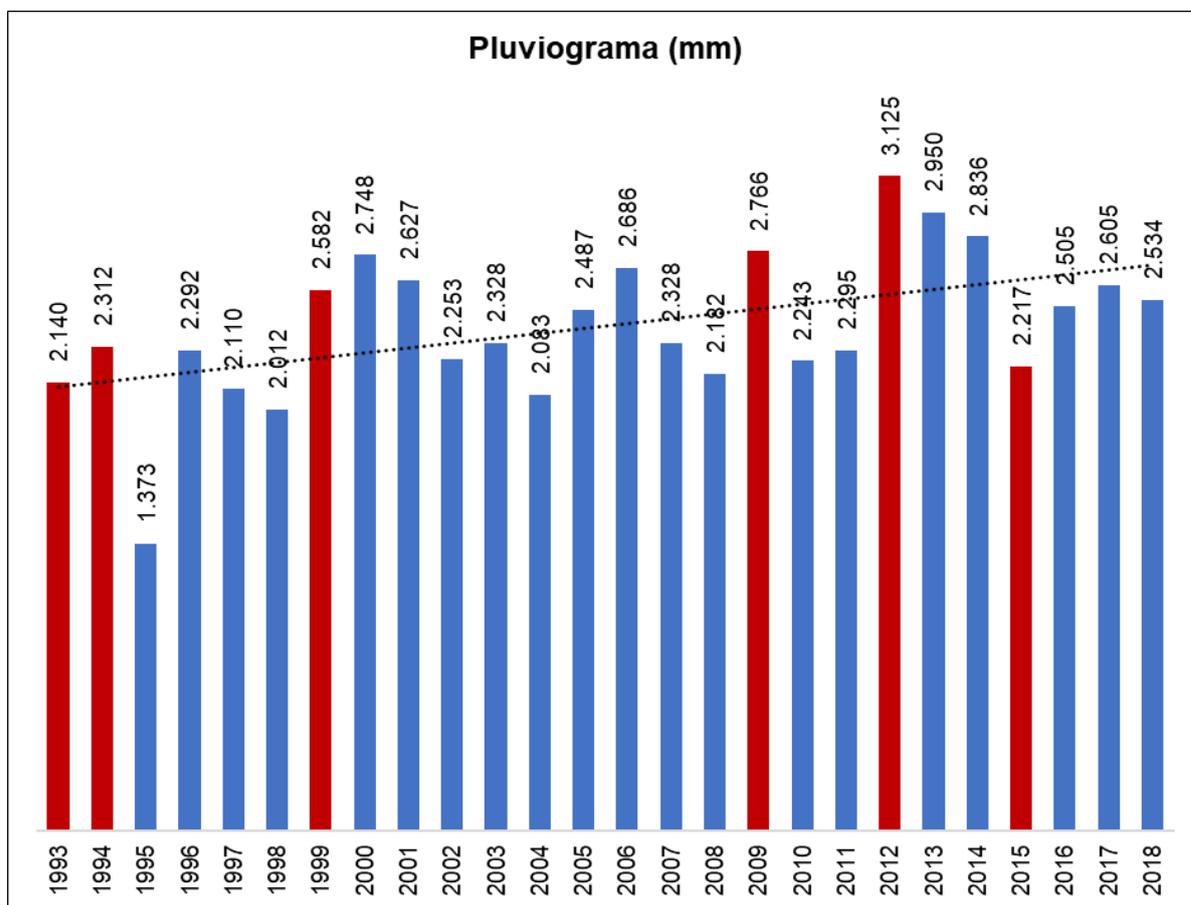
A partir das informações extraídas da tabela 4, criou-se outra informação, isto é, um pluviograma demonstrando os totais acumulados anuais, bem como os anos em que houve cheias extremas.

A partir disso, extraiu-se os seguintes resultados:

- No intervalo de tempo de 25 anos, apenas um ano apresenta valor abaixo de 2.000 mm, ou seja, 1995 (1.373 mm).
- Dos 24 anos restantes, apenas 1 data obteve total acumulado expressivo acima de 3.000 mm, corresponde ao ano de 2012 com (3.125 mm). Nesse ano foi registrada a cheia histórica na cidade de Manaus, com a cota de 29,97 m, esse evento extremo causou sérias implicações sociais.

Dessa forma, é possível observar que aproximadamente 90% dos totais acumulados corroboram com indicadores acima dos 2.000 mm/ano (Figura 30). Aleixo e Silva Neto (2015), em estudos sobre a precipitação em Tefé, constataram que a precipitação média no município é de 2.363 mm.

Figura 30: Distribuição dos totais acumulados entre os anos de cheia extrema e normal.



Fonte: INMET (1993-2018).Org. CASTRO, 2018.

Analisando o pluviograma, percebe-se que os valores de volumes de chuva não possuem nenhuma relação com as cotas fluviométricas, exceto no ano de 2012, onde houve um acumulado de chuva exponencial. Assim, evidencia-se, na verdade que:

- Os anos 1993 e 1994, os quais são classificados como cheias extremas, apresentam valores acumulados de precipitação anual menores que o ano de (2000), que por sua vez classifica-se como cheia moderada.

- O ano de 1999 de cheia extrema, demonstra um acumulado de 2.582 mm, por outro lado, no ano 2000(cheia moderada), o volume total foi de 2.748 mm.

- Em 2009 ano de cheia extrema, o volume de chuva foi de 2.766 mm, porém, no ano de 2013 (cheia moderada), o total de chuva foi 2.950 mm, diferença de 184 mm.

-O ano de 2015 também de cheia extrema, o volume precipitado foi 2.217 mm, enquanto que em 2016, que possui 288 mm a mais não foi um ano de cheia extrema. Oliveira (2019), em estudos sobre a variabilidade da chuva na Amazônia central em anos de El Niño e La Niña, constatou que o ano de 2015; apesar de ter sido de El Niño muito forte, para porção oriental do Amazonas, encontrou-se áreas com anomalias positivas na porção oeste do estado em questão, isto é, acumulados de chuva significativos nas regiões das nascentes da bacia amazônica.

Pelo exposto considera-se que nem sempre os anos em que houve um volume de total acumulado de chuva considerável na cidade de Tefé, conduziram ao aumento do nível do rio Solimões a ponto de impulsionar cheias extremas na bacia hidrográfica do igarapé Xidarini. Entretanto, deve-se destacar as chuvas que são advindas à montante da bacia amazônica, as quais percorrem todo o sistema fluvial do rio Solimões e, obviamente, provocam eventos hidrológicos extremos em Tefé.

#### **4.3 Análise do uso do solo urbano e suas áreas de expansão na BHIX**

Os mapas temáticos de uso do solo e cobertura vegetal da bacia hidrográfica do igarapé Xidarini, proporcionaram um estudo aprofundado das áreas em transformação da bacia. Assim, pode-se identificar o avanço da urbanização, ganhos e perdas de floresta, desmatamento, solo exposto e corpos d'água, tendo como parâmetro uma escala temporal de 34 anos, ou seja, entre 1984 a 2018, como é possível observar nas Figuras 31 e 32.

No mapa de 1984, tem-se a mancha urbana representada na cor vermelha em ambas as margens do igarapé, porém, observa-se que o tecido urbano se situa em maior parte na margem esquerda da bacia. Nesse período o processo de

ocupação das áreas de domínios fluviais ainda se encontravam num estágio gradual. Observa-se também que as áreas de florestas são as mais acentuadas no mapa.

Os valores em Km<sup>2</sup> e percentagem de cada classe de uso do solo e cobertura vegetal no ano de 1984 estão apresentados na Tabela 5, na qual demonstra que 4% da área foi classificado como área urbana; 6% como solo exposto; 18% desmatamento; 70% floresta e 2% corpos d'água.

Tabela 5: Classificação do uso do solo e cobertura vegetal na BHIX no ano 1984.

1984	Área em Km <sup>2</sup>	Área em%
Área Urbana	3,4	4
Solo Exposto	5,2	6
Desmatamento	17	18
Floresta	65,4	70
Corpos d'água	2,2	2

Org. CASTRO, R.G, 2019.

No mapa de uso do solo e cobertura vegetal em 2018, passados 34 anos, tem-se uma mudança significativa na evolução da mancha urbana na bacia, visto que houve um adensamento populacional nas 2 margens nos sentidos sul/sudeste e leste, em comparação com o mapa de 1984. Observa-se que algumas áreas adjacentes aos canais fluviais, que antes tinham sido classificadas como solo exposto, desmatamento e floresta, transformaram-se em áreas urbanas.

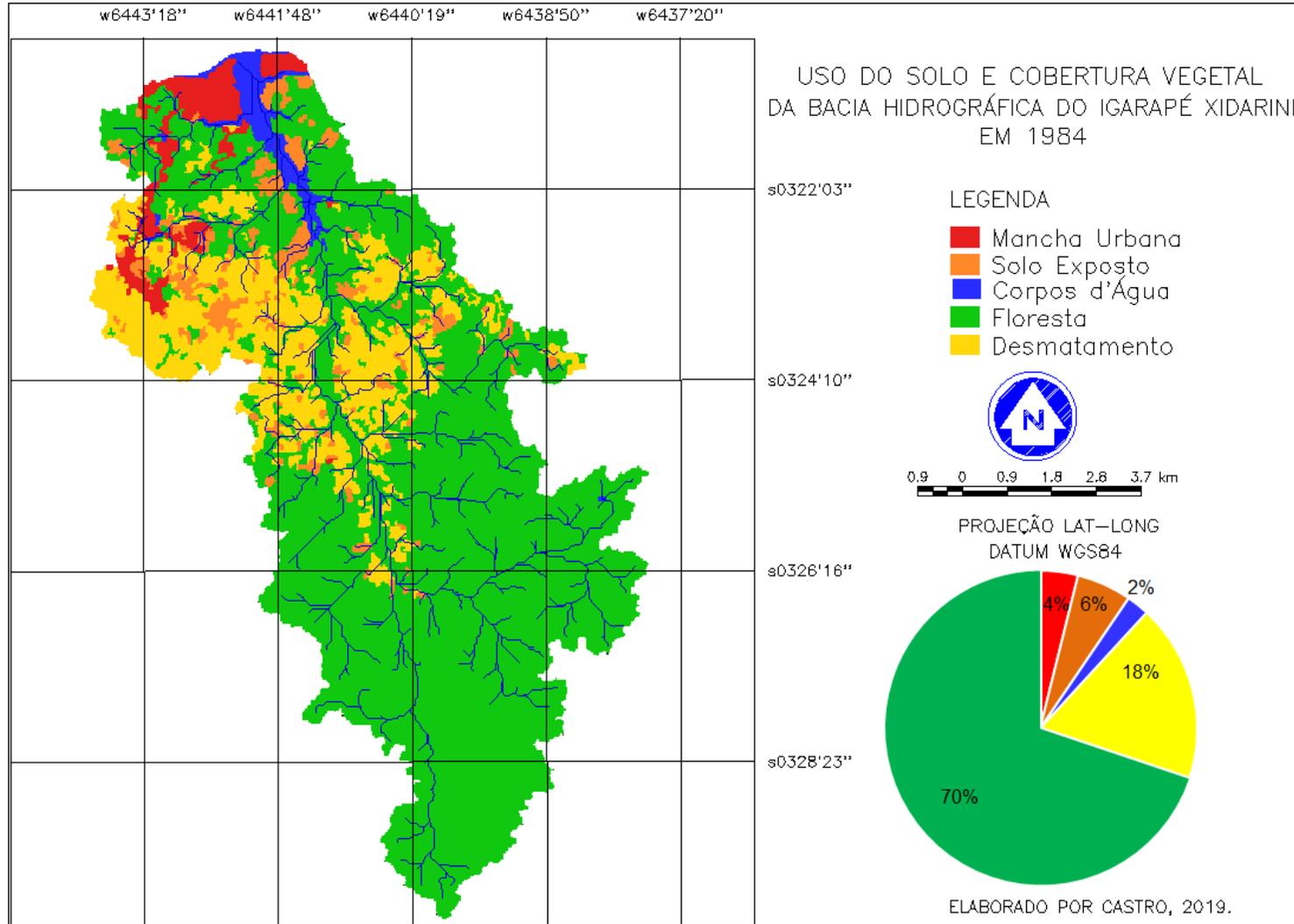
Em 2018, os valores das classes temáticas mudaram de maneira substancial, sobretudo com relação as áreas de floresta, pois houve uma perda de 30% em comparação com o ano de 1984. A classe de área urbana, aumentou 5%, chegando a 9% em 2018; as áreas de desmatamento também tiveram valores expressivos, ou seja, 35%, um aumento de 17%, conforme a Tabela 6.

Tabela 6: Classificação do uso do solo e cobertura vegetal na BHIX no ano 2018.

2018	Área em Km <sup>2</sup>	Área em%
Área Urbana	8,6	9
Solo Exposto	13,8	15
Desmatamento	32,5	35
Floresta	37,3	40
Corpos d'água	1,1	1

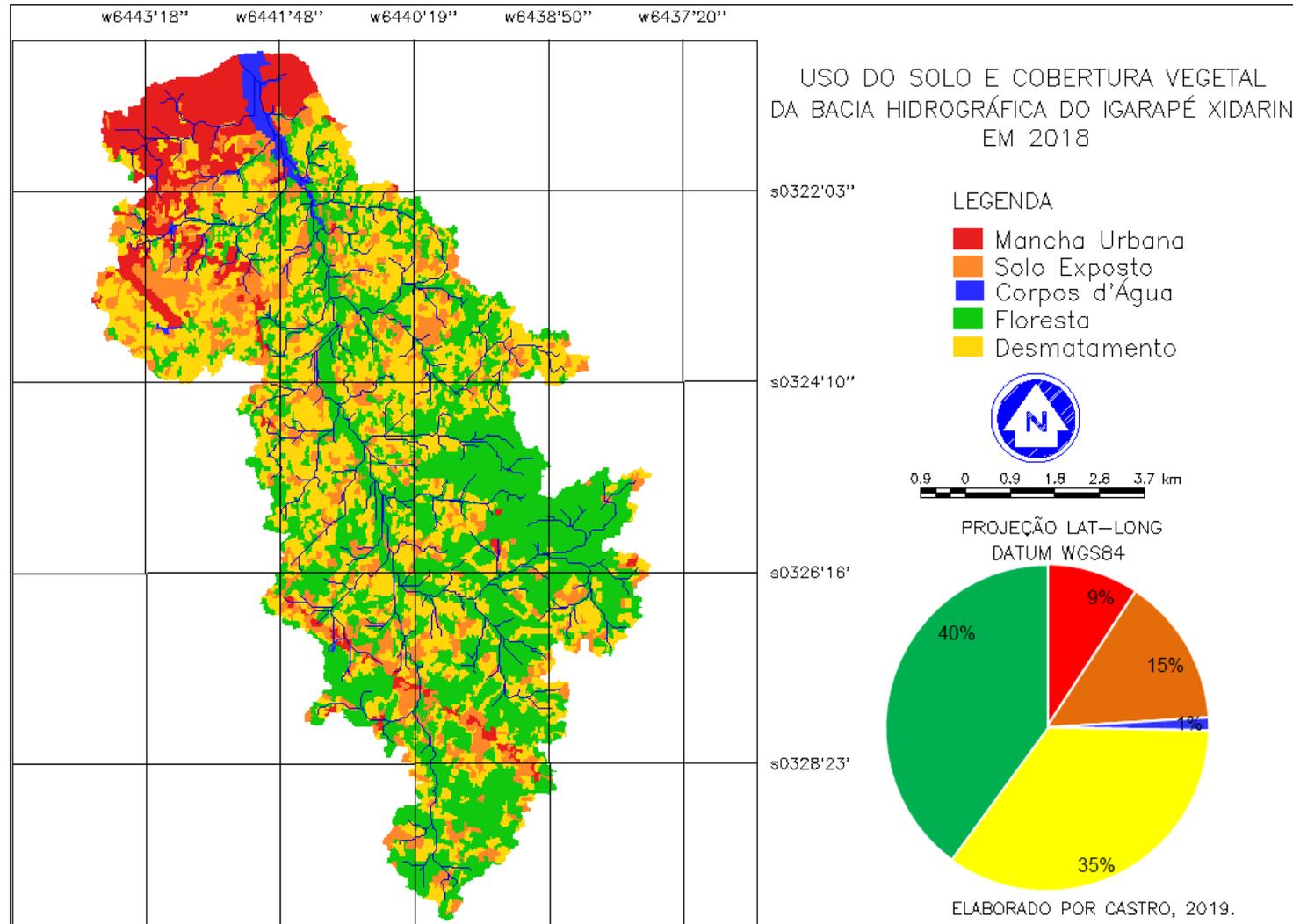
Org. CASTRO, R.G, 2019

Figura 31: Mapa de uso do solo e cobertura vegetal da Bacia Hidrográfica do Igarapé Xidarini em 1984.



Elaborado por CASTRO, 2019.

Figura 32: Mapa de uso do solo e cobertura vegetal da Bacia Hidrográfica do Igarapé Xidarini em 2018.



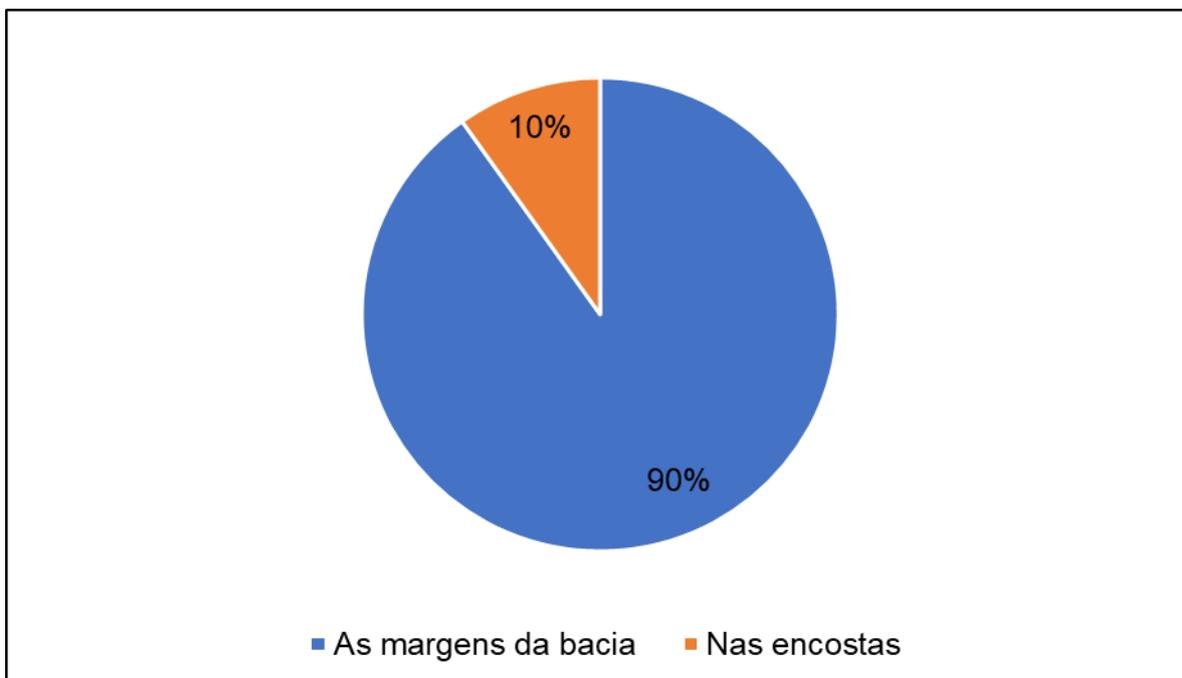
Elaborado por CASTRO, 2019.

A partir de 1970 o espaço urbano do município de Tefé expandiu-se de maneira acentuada, associando-se tais expansões ao aumento de impactos socioambientais que se refletem na paisagem. De acordo com Porto (2011, p.81), “a cidade de Tefé desde sua fundação tornou-se uma área de atração para o constante fluxo migratório”. Dessa maneira, como a cidade detém de equipamentos urbanos como bancos, universidades, hospitais, comércio, dentre outros. Logo, possui uma dinâmica populacional intensa.

Segundo Porto (2011), a partir de 1969, ocorreram expressivos êxodos rurais em decorrência de grandes cheias, marcando a vinda de trabalhadores de localidades adjacentes ao município de Tefé, estes por sua vez, chegando a cidade, não tendo onde morar ocuparam as margens dos igarapés e as encostas, nos limites fluviais.

Essas ocupações foram confirmadas no item pesquisado *característica do entorno da residência*. Em relação a este item observou-se que 90% dos entrevistados residem nas margens da bacia e 10% nas encostas, conforme o Gráfico 1.

Gráfico 1: Característica do entorno da residência.



Fonte: Pesquisa de campo, 2017.

Diante o exposto, com as ocupações irregulares nas margens da bacia, o risco socioambiental torna-se eminente, uma vez que se trata de áreas de domínio do igarapé, portanto, impróprias para a moradia (Figuras 33 e 34).

Figura 33: Construção de habitações irregulares no entorno do igarapé Xidarini, bairro Vila Nova.



Fonte: CASTRO, 2017.

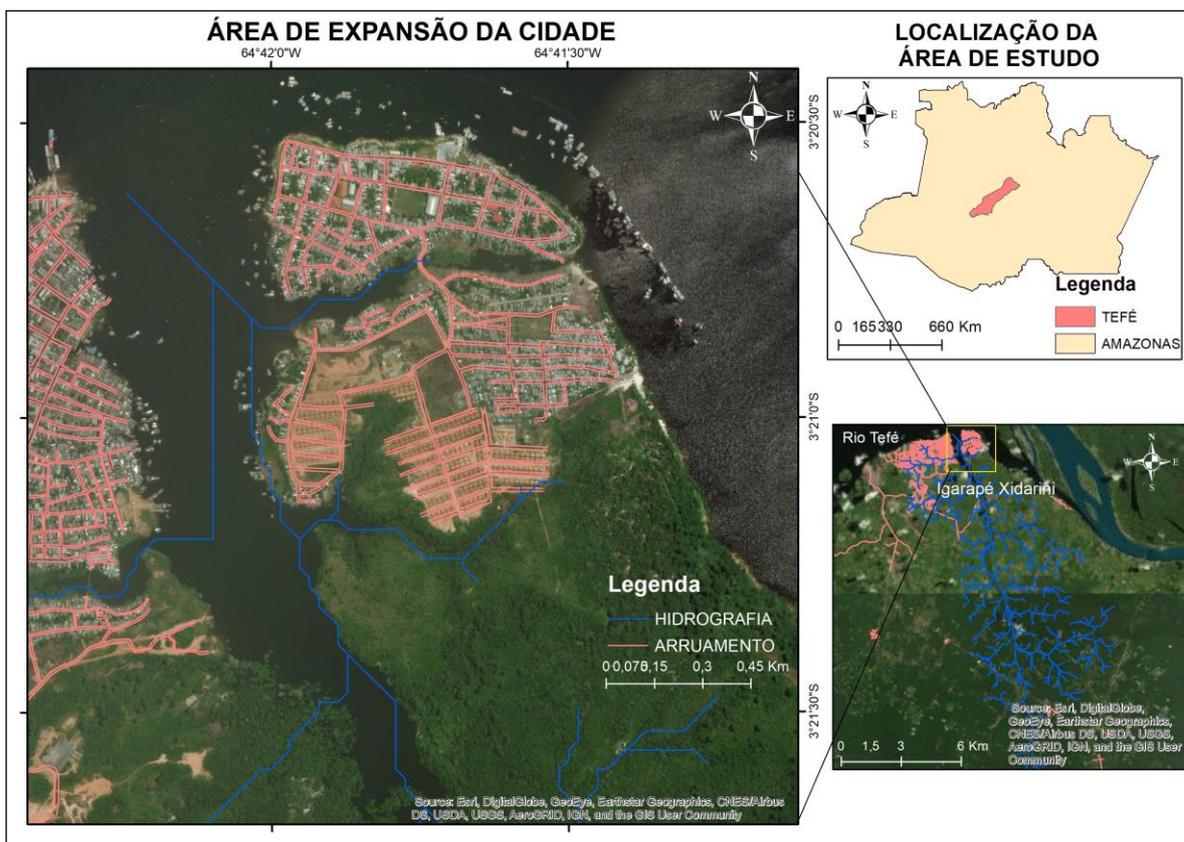
Figura 34: Centenas de casas do tipo palafitas na orla do Xidarini, no popular “Beira Rio”.



Fonte: CASTRO, 2018.

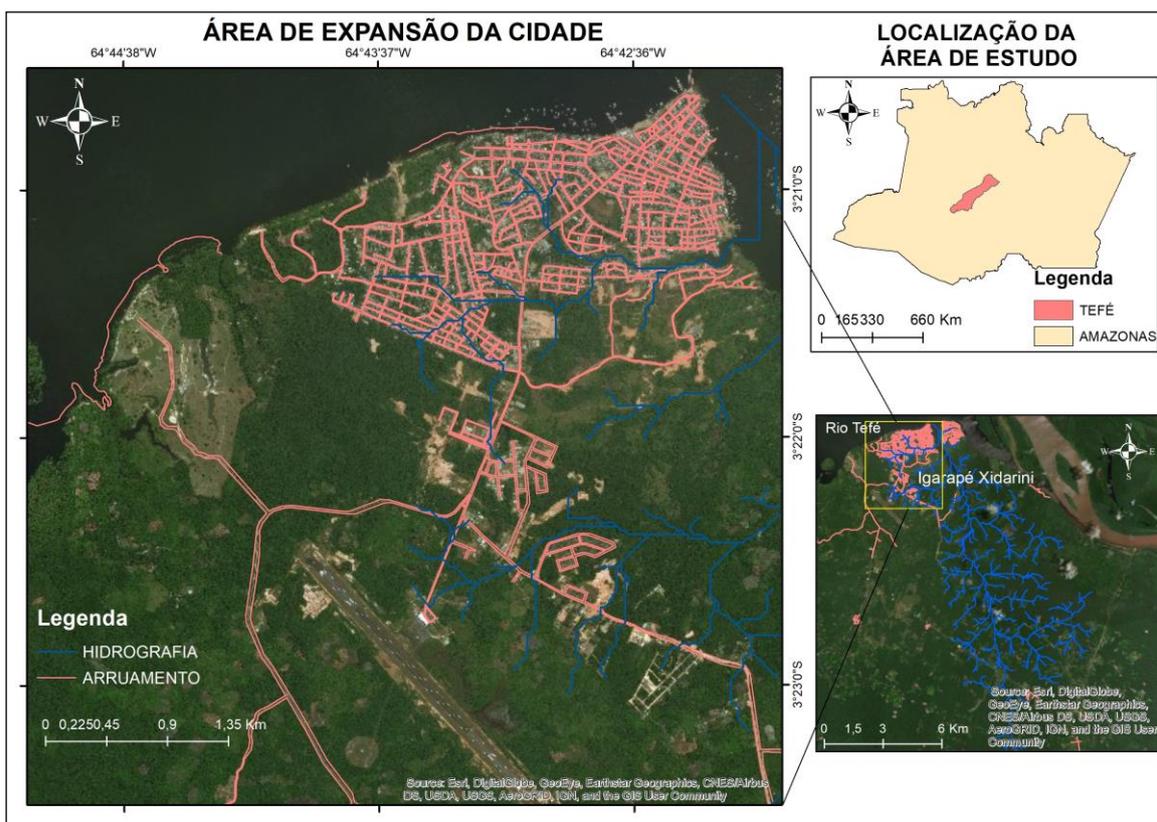
No contexto geral, essas ocupações não obedeceram a nenhum parâmetro técnico ou planejamento adequado, fato ignorado pelo poder público local. Este quadro contribuiu, nestes últimos anos, para o aumento da expansão urbana na área da bacia hidrográfica, principalmente, nas direções Leste, Sul, Oeste e Sudoeste, como mostra as Figuras 35 e 36.

Figura 35: Área de expansão da cidade direções Leste e Sul (bacia do Xidarini).



Fonte: CASTRO, 2018.

Figura 36: Área de expansão da cidade direções Oeste e Sudoeste (bacia do Xidarini).



Fonte: CASTRO, 2018.

Pelo exposto, a partir das informações apresentadas é evidente que ocorreu um aumento significativo de áreas urbanas nos domínios fluviais da BHIX, onde observa-se que a malha urbana se limita ou sobrepõem-se aos canais de drenagem da bacia em questão. Esse aspecto fisiográfico, associado ao aumento do uso do solo urbano sem planejamento adequado, tem sido os fatores causadores dos impactos de ordem socioambiental.

#### 4.4 Principais impactos socioambientais causadas pelas cheias extremas aos moradores das margens do igarapé Xidarini

As cheias, principalmente, as com maior magnitude (extremas) provocam sérios transtornos. Os impactos desse fenômeno, afetam sobremaneira a sociedade, causando danos estruturais, sociais, ambientais e econômicos aos cidadãos que residem principalmente nas áreas de domínio fluvial.

No contexto geral, foram analisados os impactos das cheias de 2009, 2013, 2014, 2015 e 2017. Dessas apenas os anos de 2009 e 2015, são de cheias

extremas, de acordo com esta pesquisa. Os dados das cheias da década de 90 e do ano de 2012, classificadas como extremas, não foram encontrados.

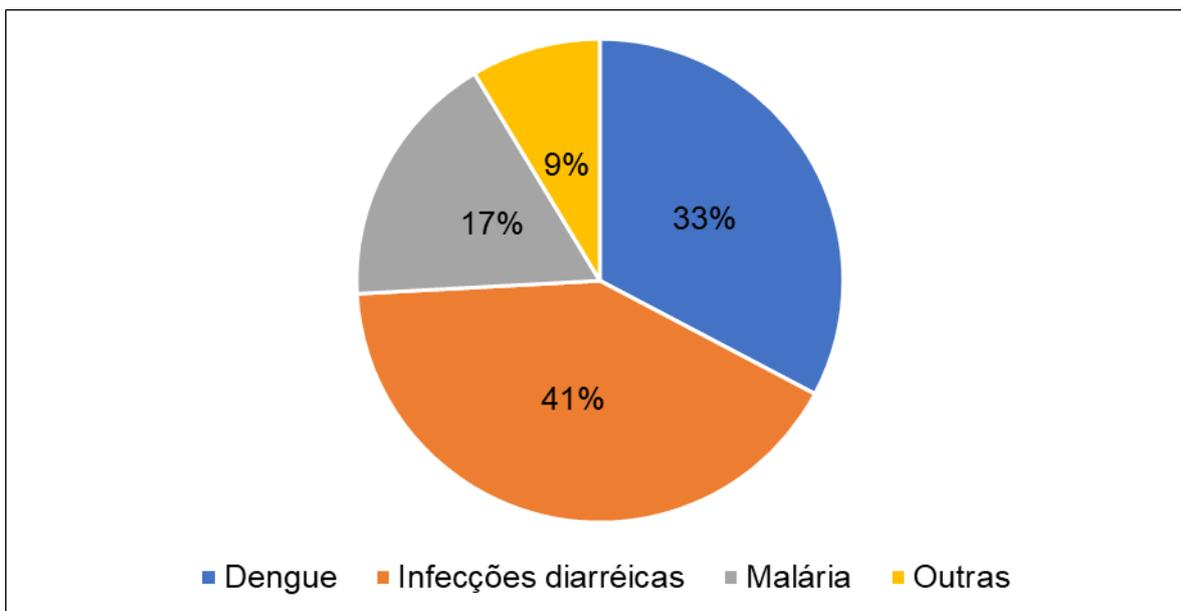
#### **4.4.1 Impactos na Saúde da população**

Durante os episódios de cheia, muitas pessoas são afetadas e passam por sérios transtornos. O impacto deste fenômeno, muitas vezes, possui caráter irreversível, como casos de perdas humanas.

A Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil-COMPDEC juntamente a Secretária Municipal de Saúde-SEMSA, prestam assistência aos atingidos pelas cheias. De acordo com a SEMSA, em decorrência das enchentes dos rios no município, uma grande demanda de pessoas é atendida pela unidade hospitalar de Tefé. A maioria dos atendidos possuem patologias vinculadas a água.

Esse prisma descrito no Formulário de Informação de Desastre-FIDE dos órgãos supracitados corrobora com as informações da prática de campo, ou seja, durante as inundações os ocupantes das margens do Xidarini ficam mais vulneráveis a doenças de veiculação hídrica. Sendo assim, um dos dados que indica tal afirmação, encontra-se no Gráfico 2, no qual se apresenta o item pesquisado *doenças mais frequentes durante o período de cheia*. Sobre este item foi observado que mais de 91% das doenças declaradas pelos moradores podem estar vinculadas a ambientes hidrográficos.

Gráfico 2: Doenças mais frequentes durante o período de cheia.



Fonte: Pesquisa de campo, 2017.

Além disso, outro dado importante relacionado as implicações sociais que as cheias causam aos moradores do leito do Xidarini, foi disponibilizado pela defesa civil do município. Os dados fornecidos estão elencados na Tabela 7 e dizem respeito aos anos de 2013, 2014, 2015 e 2017.

Tabela 7: Demonstrativo de óbitos e enfermos durante as cheias.

Ano	Mortos	Enfermos
2013	0	102
2014	0	611
2015	2	421
2017	0	39

Fonte: COMPDEC-Organizador: CASTRO, 2019.

Ao se observar o demonstrativo de óbito e enfermos<sup>4</sup> disponibilizados pela COMPDEC, observa-se que o número de pessoas que desenvolvem patologias durante as inundações hidrológicas é bastante considerável, com destaque para o ano de 2014, no qual registrou-se mais de 600 enfermos. Deve-se enfatizar também, o ano de 2015, onde houve 2 perdas humanas e 421 enfermos.

Os gastos com os necessitados durante as cheias (Tabela 8), a cada ano vem aumentando. A SEMSA, faz um balanço de quanto é gasto com saúde pública nas ações de resposta aos atingidos pelas cheias.

<sup>4</sup> A Defesa Civil do Município considera enfermos pessoas que desenvolveram processos patológicos em decorrência direta dos efeitos das cheias.

Tabela 8: Despesas com assistência médica, saúde pública e atendimento de emergências médicas.

<b>Anos</b>	<b>Assistência médica, saúde pública e atendimento de emergências médicas</b>
2009	R\$115,00
2013	R\$579.223,00
2014	R\$0,00
2015	R\$711.036,15
2017	R\$174.544,00

Fonte: SEMSA. Org. CASTRO, 2019.

Com base na Tabela 8, o custo com os afetados foi mais expressivo nos de 2013 total de R\$579.223,00 (quinhentos e setenta e nove mil, duzentos e vinte três reais) e 2015 com R\$711.036,15 total de (setecentos e onze mil, trinta e seis reais e quinze centavos). O ano de 2015 condiz com a maior cheia que o município já passou.

É interessante pontuar 2(dois) anos com valores atípicos, o ano de 2009 (cheia extrema) e o ano de 2014 (grande cheia). O ano de 2009 é questionável, tendo em vista que foi um ano de cheia extrema, porém o valor destinado a assistência médica foi irrisório, comparado aos demais anos. No ano de 2014, houve uma grande cheia, entretanto, não possui recurso destinado à assistência da população.

Partindo desse prisma, observa-se a limitação em análise de dados secundários, pois acredita-se que a discrepância das informações se relacione a 2(dois) fatores, tais como: ocultação dos dados, ou realmente não foi destinado nenhum recurso para o ano com valor nulo.

Além do mais, com a subida das águas e, eventual inundação das residências (Figura 37), muitas famílias são obrigadas a abandonar suas moradias temporariamente.

Figura 37: Residências inundadas pela metade, no Bairro Colônia Ventura (Igarapé Xidarini).



Foto: Defesa Civil, 2015.

A Tabela 9, está demonstrando o total de desabrigados e desalojados, nos respectivos anos de eventos de cheia.

Tabela 9: Demonstrativo de pessoas desabrigadas e desalojadas

<b>Ano</b>	<b>Desabrigados</b>	<b>Desalojados</b>
2009	26	7.878
2013	3.109	9.560
2014	3.713	10.222
2015	3.143	9.522
2017	132	4.735

Fonte: COMPDEC-Organizador: CASTRO, 2019.

A defesa civil classifica desabrigados, como pessoas que necessitam de abrigo público, como habitação temporária, em função de danos ou ameaça causados em decorrência direta dos efeitos da cheia. Os desalojados são pessoas que, em decorrência dos efeitos diretos do desastre, desocuparam seus domicílios, mas não necessitam de abrigo público, isto é, ficam abrigados em casas de parentes.

Com base na tabela 9, verifica-se que o quantitativo de desabrigados e desalojados, de 2009 até 2015 aumentou substancialmente, ou seja, a cada ano os impactos das cheias tornam-se maiores, afetando, conseqüentemente, a sociedade em grandes proporções. No ano de 2017 o total de desabrigados e desalojados não foi tão significativo, em comparação com os demais anos.

É muito comum muitas pessoas insistirem em permanecer no local (Figura 38), pois temem que subtraíam seus bens, animais, plantações, móveis e eletrodomésticos, seus únicos bens que ainda os restam. Para isso, suspendem o assoalho de suas residências através de marombas<sup>5</sup> (Figura 39). Essas estruturas são elevadas na medida em que o nível da água aumenta.

Figura 38: Permanecia na residência mesmo com o nível elevado do igarapé Xidarini (Bairro Colônia Ventura).



Fonte: Defesa civil de Tefé, 2009.

---

<sup>5</sup> Estrutura para erguer o piso ou criação temporária de um novo piso no domicílio para permanência dos moradores na residência.

Figura 39: Morador construiu uma maromba para elevar suas mercadorias da inundação (Bairro Vila Nova).



Fonte: CASTRO, 2015.

#### 4.4.2 Impactos na Mobilidade Urbana

O fenômeno das cheias do sistema (Igarapé Xidarini- Rio Tefé-Rio Solimões), causam sérios impactos na mobilidade urbana dos moradores das áreas de domínios fluviais da bacia estudada. Os efeitos do elevado nível do igarapé Xidarini, compromete, de forma direta o tráfego de veículos e pessoas nas áreas inundadas.

Seguindo este pensamento, Silva (2018, p.100) destaca que,

No período de cheia as cidades são tomadas pela elevação dos cursos d'água, inundando casas e ruas, principalmente em bairros situados próximos aos rios, acarretando mudanças na vida das famílias, que são surpreendidas pelas cheias naturais.

Nesse sentido, com o incremento das águas sobre as vias, o cotidiano dos moradores, obviamente, sai do habitual durante os dias de inundação, ou seja, os

ocupantes das margens fluviais do Xidarini são obrigados a se readaptarem as condições naturais imposta.

Os meios de comunicação locais, emitem notas que corroboram acerca dos impactos socioambientais que as cheias extremas causam aos munícipes. O Jornal TefeNews, de 14 de maio de 2015 publicou que,

A subida das águas alterou o trânsito em várias vias do centro da cidade: ruas como Cleto Praia, Monsenhor Barrat, Quintino Bocaiuva e outras vias já estão impossibilitando a passagem de pedestres e até veículos. Parte da feira municipal foi interditada.

Figura 40: Rua Monsenhor Barrat (igarapé Xidarini) inundada pela cheia de 2015.



Fonte: TefeNews, 14/042015.

Figura 41: Rua Olavo Bilac quase toda submersa, impossibilitando a passagem de veículos e pedestres, cheia de 2015.



Fonte: TefeNews, 14/042015.

Assim, com base no noticiário divulgado pela imprensa em 2015, percebe-se que a cheia do ano em questão tomou proporções grandiosas, sobretudo se tratando das inundações que o fenômeno causou nas vias dos bairros que margeiam o igarapé Xidarini. De acordo com as Figuras 40 e 41, nota-se que as ruas ficaram intransitáveis e foram erguidas pequenas marombas, na tentativa de ajudar na circulação da população.

#### **4.5 Ações da Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil-COMPDEC**

A Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil-COMPDEC é o órgão que atua de forma direta na tentativa de minimizar os impactos socioambientais das cheias extremas na cidade. Dessa forma, as ações da COMPDEC, tem como suporte à integração de outras secretarias municipais, bem como a própria sociedade.

As ações desenvolvidas pela defesa civil local possuem caráter de prevenção, preparação, resposta e reconstrução das áreas atingidas por desastres naturais ou provocados pelo homem. Além disso, compete a instituição a missão de promover a mudança cultural da sociedade, com relação à percepção de risco.

O órgão cedeu apenas informações das ações referentes ao ano de 2017. Os dados disponibilizados foram tabulados e geraram o Quadro 3.

Quadro 3: Insumos distribuídos pela Defesa Civil no ano de 2017.

<b>Nº</b>	<b>Descrição Detalhada do Item</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>
1	Cesta Básica (feijão, arroz, farinha, óleo, etc.)	Und.	1.000
2	Kit de Limpeza	Kit	300
3	Kit Medicamento	Kit	1
4	Rede para dormir	Und.	400
5	Mosquiteiro para Rede	Und.	400
<b>Total Entregue</b>			<b>2.101</b>

Fonte: Defesa Civil do Município. Organizador: CASTRO, 2019.

A entrega dos insumos é uma das ações de resposta da defesa civil, a fim de tentar amenizar a “dor das famílias” impactadas pela cheia. As famílias atendidas com prioridade, são em sua maioria as que se encontram desabrigadas.

Durante as cheias extremas, é visível a dificuldade da mobilidade urbana, principalmente em áreas que dão acesso ao centro e bairros que margeiam a bacia hidrográfica estudada.

Diante disso, outra ação em resposta da defesa civil é em relação a construção de pontes (Figura 42) que ajudam na circulação dos moradores que ocupam as margens do Xidarini. Segundo o demonstrativo disponibilizado pela defesa civil, referente a um inventário para construção de pontes, são construídos mais de 6.000 metros de pontes em áreas inundadas, conforme a Tabela 10.

Tabela 10: Demonstrativo de materiais para construção de pontes

Descrição do Item	Quantidade
<b>Tabua de Assoalho</b>	2.200 dz
<b>Perna Manca</b>	1.500 dz
<b>Ripão</b>	1.500 dz
<b>Prego</b>	875 kg
<b>Pontes</b>	6.157 m

Fonte: Defesa Civil do Município. Organizador: CASTRO, 2019.

Figura 42: Assistência através de construção de pontes em áreas inundadas.



Foto: Defesa Civil, 2017.

Na área de estudo, notou-se, também, que muitos moradores constroem suas próprias pontes (Figura 43), muitas delas através de madeira doada pela defesa civil. Essa ação dos moradores é uma estratégia para que os mesmos não fiquem isolados e através das estruturas erguidas, consigam se locomover de suas residências até áreas adjacentes, para suas atividades diárias.

Figura 43: Construção de pontes feitas pelos moradores.



Foto: CASTRO, 2015. A- Rua Jose L. Alves, Bairro Vila Nova (Igarapé Xidarini) B- Rua Quintino do Bocaiúva, Bairro Centro (orla do Xidarini).

#### 4.6 Ações de limpeza pública

Durante as cheias é recorrente o acúmulo de resíduos sólidos flutuando e nos leitos das bacias hidrográficas. A Prefeitura Municipal de Tefé-PMT, junto a Secretaria de Meio Ambiente-SEMA, realiza coleta e limpeza das áreas inundadas durante e após os eventos de cheia (Figura 44).

Figura 44: Limpeza da orla do Xidarini após a cheia.



Foto: PMT, 2018.

Segundo os Relatórios da SEMA referentes as ações para efetuar a limpeza urbana e destinação de resíduos sólidos no ano de 2013 o custo total foi de R\$378.944,00 (trezentos e setenta e oito mil, novecentos e quarenta e quatro reais).

Em relação ao ano de 2015 (cheia extrema), foi custeado um valor de R\$281.302,00 (duzentos e oitenta e um mil, trezentos e dois reais). Sendo inferior ao ano de 2013, o que torna o orçamento de 2013 contraditório, uma vez que a cheia de 2015 teve efeitos mais danosos ao município.

Tabela 11: Despesas com limpeza urbana e destinação de resíduos sólidos em Tefé-AM.

<b>Anos</b>	<b>Despesas com resíduos</b>
2009	R\$0,00
2013	R\$378.944,00
2014	R\$0,00
2015	R\$281.302,00
2017	R\$0,00

Fonte: SEMA. Organizador: CASTRO, 2019.

Os anos de 2009, 2014 e 2017, não foram registradas nos relatórios dos respectivos anos, ou seja, sinal que não houve destinação de recursos para limpeza pública dos limites fluviais nos anos citados. Contudo, é necessário destacar a importância desse tipo de serviço, principalmente, em áreas com potencial risco de proliferação de doenças de veiculação hídrica, como é o caso das habitações nas áreas de domínio fluvial do igarapé Xidarini.

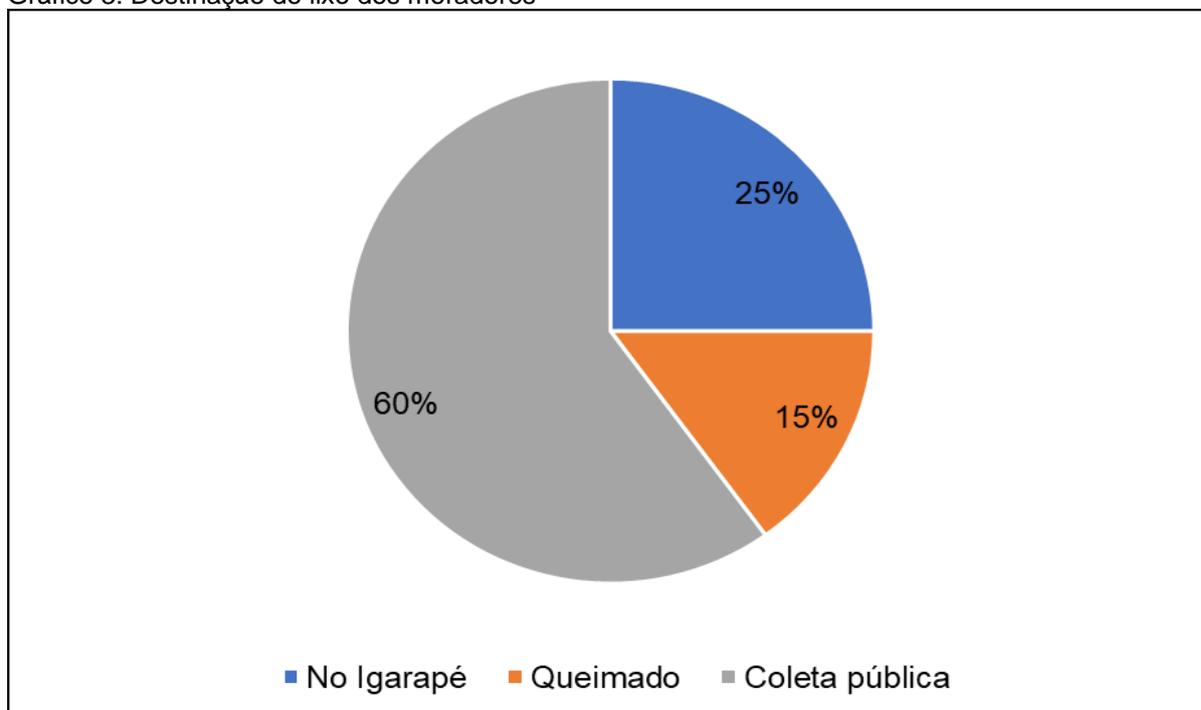
O gerenciamento impróprio dos resíduos sólidos ou a falta dele, favorece de maneira acentuada para as enchentes. De acordo com Botelho (2004, p.181), “o lançamento e a disposição final inadequados do lixo são fatores que contribuem sobremaneira para a ocorrência de enchentes nas áreas urbanas”.

Segundo Porto (2011), os resíduos sólidos podem contaminar o meio ambiente através de substâncias perigosas que poluem a água (águas subterrâneas e superficiais), o solo e o ar. A autora afirma ainda que os maiores afetados é a própria população, por meio do consumo de água contaminada. Além do mais, os resíduos poluem áreas consideradas ecologicamente importantes como leitos fluviais.

Ainda segundo a problemática dos resíduos sólidos nos limites fluviais da bacia pesquisada, de acordo com os resultados obtidos em campo identificou-se que, cerca de 60% do lixo são coletados, porém, 25% são lançados diretamente no canal e 15% são queimados, conforme o Gráfico 3.

Além disso, deve-se pontuar a precariedade da coleta pública no município de Tefé, visto que a mesma é ineficiente, sem coleta seletiva e a cidade ainda não dispõe de um aterro sanitário para tratamento dos resíduos sólidos.

Gráfico 3: Destinação do lixo dos moradores



Fonte: Pesquisa de campo, 2017.

Segundo Silva (2009), os domínios fluviais do município de Tefé não oferecem infraestrutura mínima que permita a circulação dos caminhões do serviço de coleta de resíduos sólidos. Isso talvez esclareça o fato de que parte dos resíduos ainda sejam incinerados ou lançados diretamente no recurso hídrico.

Porém, existem maneiras de reverter esse quadro, isto é, políticas públicas voltadas para educação ambiental dos ocupantes da orla do Xidarini. Conforme Reigota (2009, p.14):

a educação ambiental deve ser entendida como educação política, no sentido de que ela reivindica e prepara os cidadãos e as cidadãs para exigir e construir uma sociedade com justiça social, cidadanias (nacional e planetária), autogestão e ética nas relações sociais e com a natureza.

Dessa forma, educava-se cidadãos com percepção ecológica, onde cada um sentia-se como um ser pertencente ao meio, sempre dependendo da preservação da natureza para sua própria reprodução social.

## CONCLUSÕES

Na Amazônia dos imensos rios, homem e água sempre tiveram uma relação indissociável. Foi por meio dessas artérias de ligação que a conquista da região se consolidou. Todavia, a maneira como as cidades Amazônicas se estruturaram ao longo dos anos, tornou-se um fator causador de impactos socioambientais, sobretudo aqueles impulsionados pelo transbordamento dos rios, em anos de cheias extremas.

A localização estratégica do município de Tefé, bem como a grande gama de instituições e serviços, em relação aos municípios adjacentes, favorece para que Tefé seja considerada uma cidade média de responsabilidade territorial. Desse modo, funciona como um centro de atração de pessoas, que acabam incorporando-se ao seu contingente populacional e, conseqüentemente, provocando a expansão do seu tecido urbano.

Nessa perspectiva, o crescimento acelerado e desordenado da cidade de Tefé aliado à ausência do poder público, técnicas de construção adequadas, assim como cheias intensas e mais frequentes, tem sido elementos potencializadores de impactos socioambientais, como: perdas humanas, materiais, doenças de veiculação hídrica, dificuldade de mobilidade urbana e etc. Embora alguns bairros do perímetro urbano tenham sido planejados, outra parte da cidade, como as áreas de domínios fluviais (planícies fluviais), inclusive a bacia hidrográfica do Igarapé Xidarini, foram ocupadas de maneira inadequada e sem nenhum parâmetro técnico.

A análise dos dados de cotas fluviométricas entre os anos de 1993 até 2018, bem como as informações cedidas pela COMPDEC local e observações em campo, permitiram criar uma proposta de tipologia das cheias, nas quais as com cotas acima dos 14, 91 m, foram classificadas como cheias extremas, logo, as mais impactantes na população inserida nas áreas de domínios fluviais.

Infere-se, ainda, que o ápice das cheias ocorre principalmente no mês de junho. Já as vazantes são mais irregulares podendo ocorrer entre os meses de setembro, outubro e novembro. Os dados do trabalho revelam que, a partir dos anos 2000, o fenômeno das cheias extremas vem ocorrendo em um intervalo de tempo cada vez menor. Enquanto as vazantes com cota abaixo de 1m, ocorrem a cada 5 anos.

Em vista dos dados de precipitação anual, considera-se que nem sempre os anos em que houve um volume de total acumulado de chuva considerável em Tefé, conduziram ao aumento do nível do rio Solimões a ponto de impulsionar cheias extremas na bacia hidrográfica do igarapé Xidarini, exceto no ano de 2012. Entretanto, deve-se destacar influência das chuvas advindas à montante da bacia Amazônica, as quais percorrem todo o sistema fluvial do rio Solimões e, obviamente, contribuem para eventos hidrológicos extremos em Tefé.

No contexto da ocupação da BHIX nos últimos 34 anos foi possível identificar que as áreas urbanizadas tiveram um aumento, sobretudo nas adjacências dos canais de drenagem, aumentando, de certa forma, a incidência dos impactos de ordem socioambiental. Ademais, as áreas de florestas tiveram uma redução significativa ao longo dos anos.

Os resultados dessa pesquisa permitem um melhor entendimento acerca da natureza dos impactos socioambientais que as cheias extremas causam aos ocupantes das áreas de domínio fluvial da bacia hidrográfica do Igarapé Xidarini. Assim, este trabalho pode servir como fonte de pesquisa para futuros estudos nesta temática, bem como auxiliar o poder público local no tocante a tomada de decisões, principalmente em possíveis anos de cheias extremas.

Por fim, recomenda-se que o poder público tenha maior controle em relação a ocupação das áreas de domínios fluviais da bacia estudada; realize políticas de reordenamento territorial da população já inserida nas margens do igarapé, para áreas mais elevadas da cidade, tendo em vista o bem-estar social dos munícipes. Além disso, espera-se também a formalização definitiva do quadro de agentes da defesa civil, a fim de implementar uma equipe para ter um trabalho contínuo e permanente, no âmbito das ações de amenização dos impactos socioambientais.

## REFERÊNCIAS

- ALEIXO, N.C.R; SILVA NETO, J.C.A. Precipitação e riscos em Tefé-AM. **Revista Brasileira de Geografia Física**. V.08, N.04 (2015), 1176-1190.
- BECKER, B. K. **O papel das cidades na ocupação da Amazônia**. Brasília: IPEA/CEPAL, 1990.
- BERTALANFFY, L. V. **Teoria general de los sistemas**: fundamentos, desarrollo, aplicaciones. México: Fondo de Cultura Económica, 1993.
- BERTANI, T. C. **Sensoriamento Remoto e caracterização morfológica no Baixo rio Solimões, com análise de suas rias fluviais**. 156 p. (Tese de Doutorado, Curso de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, INPE) São José dos Campos, 2015.
- BERTRAND, Georges. Paisagem e geografia física global. Esboço metodológico. **Revista RA'E GA**, Editora UFPR, Curitiba, n. 8, 2004, p. 141-152.
- BEZERRA, P. E. **Compartimentação morfotectônica do interflúvio Solimões-Negro**. Tese (Doutorado em Geologia e Geoquímica), Universidade Federal do Pará, Centro de Geociências, Belém, 2003.
- BOTELHO, R.G.M; SILVA, A.S da. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. Cap.6, 2004 In: VITTE, Antônio Carlos e GUERRA, Antônio José Teixeira (org.). **Reflexões Sobre a Geografia Física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.
- CARVALHO, J.A.L. **Terras caídas e consequências sociais: Costa do Miracauera, Paraná da Trindade, Município de Itacoatiara-AM**. Dissertação (Mestrado no Programa de Pós-Graduação Sociedade e Cultura na Amazônia do Instituto de Ciências Humanas e Letras) - Universidade Federal do Amazonas. Manaus, 2006, 142p.
- CARMO, Maria Rosária do. **Análise Morfotectônica da região entre Tefé e Coari, Amazonas - Manaus, AM**: UFAM, 2010. 109 f. Dissertação (Mestre em Geociências). Universidade Federal do Amazonas.
- CAVALCANTE, L. M. **Zoneamento geológico e geomorfológico de uma área entre Assis Brasil e Brasília - Acre**. Documentos, EMBRAPA – ACRE, 2005.
- CASTELLS, Manuel. **A questão urbana**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.
- CASTRO, A. L. C. **Manual de Desastres: desastres naturais**. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2003. 174 p.
- COELHO, F. A. Geological recognition of a Cenozoic sequence in the West of the Amazon State. **INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS**, 31. Abstract Volume. Rio de Janeiro: IUGS/SBGf, 2000.
- COELHO, M.C.N. Impactos ambientais em áreas urbanas – Teorias, Conceitos e Métodos de Pesquisa. In: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B.C. (Org.). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2009. 416p
- COHEN, J.C.P. **Um estudo observacional de linhas de instabilidade na Amazônia**. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE. São José dos Campos - SP. 154p. 1989.

CORDOVIL, J.C.S. **Turismo na Amazônia: políticas públicas e desenvolvimento nos municípios de Cametá e Santarém no Estado do Pará**. Tese. (Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Geografia da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Campus de Presidente Prudente-SP: UNESP, 2017.

CORRÊA, Roberto Lobato. **O espaço urbano**. São Paulo: Ática, 2004.

COSTA, Raquel; ALEIXO, Natacha; SILVA NETO, João. Impactos pluviais no município de Tefé-AM. **Anais X Simpósio Brasileiros de Climatologia Geográfica**. p.2211-2221, 2014.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Análise de sistemas em Geografia**. São Paulo: HUCITEC, 1979.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Geomorfologia**. Edgard Blucher, São Paulo, 1980.

CUNHA, Sandra. Geomorfologia Fluvial. in: **Geomorfologia – uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995.

DENEVAN, WILLIAM. "The Aboriginal Population of Amazonia," in: **The Native Populations of the Americas before 1492**. Edited by W. Denevan. Madison: University of Winsconsin Press, 1976.

DREW, David. **Processos interativos homem-meio ambiente**. 9ª ed.-Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014

ENGRÁCIA, Adélia. Ocupação Humana. in: **Amazônia-desenvolvimento, integração ecologia**. São Paulo Brasiliense: (Brasília) CNPq, 1983.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Brasília, 2006.

FAULHAUBER, P.; O diário do Padre Samuel Fritz. In: PINTO, R.F. (Org.). **Expansão portuguesa e as missões do Médio Solimões**. Manaus: EDUA, 2006. p.237-245.

FITZ, Paulo Roberto / **Geoprocessamento sem complicação**. —São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FILIZOLA, N. P.; SILVA, A. V. da; SANTOS, A. M. C. dos; OLIVEIRA, M. A. Cheias e secas na Amazônia: Breve abordagem de um contraste na maior bacia hidrográfica do globo. In: **T&C Amazônia**, v. 9, p. 42-49, 2006.

FLORENZANO, T.G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

FLORENZANO, T.G. **Iniciação em sensoriamento remoto**. - São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

FRANCA, R.R.; MENDONÇA, F.A.; A cheia histórica do Rio Madeira no ano de 2014: riscos e impactos à saúde em Porto Velho (RO). **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**. Uberlândia, p. 62-79, 2015.

GREGORY, K.J. **A natureza da Geografia Física**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1992.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censos demográficos dos anos 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010**. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Manual técnico de pedologia** - 2a edição, Rio de Janeiro, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira** - 2a edição, Rio de Janeiro, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de Clima do Brasil** (Metadados). Rio de Janeiro: Diretoria de Geociências/ Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 2002.

IRIONDO, M.H. **Geomorfologia da planície amazônica**. In: Simpósio do Quartenário do Brasil, 4., São Paulo, 1982.

KOBIYAMA, M. et al. **Prevenção de Desastres Naturais: conceitos básicos**. 1. Ed. Curitiba. Editora Organic Trading, 2006.

Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Capítulo II das áreas de preservação permanente. Seção I. **Da Delimitação das Áreas de Preservação Permanente. Art. 4º, incisos I e IV**. Publicada no Diário Oficial da União de 25 de Maio de 2012.

LEFEBVRE, Henry. **A revolução urbana**. Belo Horizonte: UFMG, 1999.

LEPSCH, Igo F. **Formação e Conservação dos Solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

LIMA, W.P. **Apostila de Introdução ao manejo de bacias hidrográficas**. Escola de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Departamento de Ciências Florestais. US: São Paulo, 1996.131 p.

MASCARENHAS JUNIOR, T. A. **Fenômenos meteorológicos extremos em Manaus – AM: sazonalidade e impactos no ambiente urbano**. Dissertação. (Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Ciências Humanas e Letras). Universidade Federal do Amazonas. Manaus-AM, 2009.

MELO, A.B.C.; NOBRE, P.; MENDES, D.; BOTTINO, M.J.; A zona de convergência intertropical sobre o oceano Atlântico: climatologia. **XII Congresso Brasileiro de Meteorologia**, Foz de Iguaçu-PR, p. 682-686, 2002.

MOLION, L. C. B. Climatologia Dinâmica da região Amazônica: mecanismos de precipitação. **Revista Brasileira de Meteorologia**, 2(1): 107 - 117, 1987

NASCIMENTO, T.S. do. **Caracterização das condições atmosféricas no Período 1991-2007 em cidades que compõem a Calha do Rio Solimões-Amazonas**. Dissertação. (Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Ciências Humanas e Letras). Universidade Federal do Amazonas. Manaus-AM, 2009.

NASCIMENTO, A.C.L; **Resiliência e Adaptabilidade dos Sistemas Socioecológicos Ribeirinhos Frente à Eventos Climáticos Extremos na Amazônia Central**. Dissertação (Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia– PPGCASA do Instituto de Ciências Humanas e Letras) - Universidade Federal do Amazonas. Manaus, 2017.

OLIVEIRA, R.N. de. **A Variabilidade da Chuva na Amazônia Central: El Niño e La Niña**. Dissertação (Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Amazonas - UFAM. Manaus, 2019, 117p.

OLIVEIRA, J. A. de. **Cidades na Selva**. Manaus: Valer, 2000.

PEREIRA, M.V; ALECRIM, J.D; AGUIAR, F.E.O. Elementos Constituintes e Fatores Influenciadores no Clima da Amazônia. In: REBELLO, A. (Org.). **Contribuições teórico-tecnológicas da geografia física**. Manaus: EDUA, 2010. p. 155-191.

PESSOA, Protássio Lopes. **História da missão de santa Tereza d'Ávila dos Tupebas-Tefé**. Editora Novo tempo. Manaus, 2004.

PINTO, Antônia Gomes Neta et al. **As grandes enchentes do Amazonas, na década de 1970, e sua associação com a migração para Manaus**. Reunião Regional da SBPC em Tabatinga- Tabatinga/ AM- 2009.

PORRO, Antônio. **O povo das águas: ensaios de etno-história amazônica**. Rio de Janeiro: 1995.

PORTO, K.de S. **Impactos Socioambientais do Processo de Ocupação da Orla do Município de Tefé/Amazonas – o bairro do Juruá**. Dissertação. (Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Geografia Humana da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo). São Paulo-SP: USP, 2011.

PROJETO RADAM BRASIL. FOLHA S.A 20 MANAUS. E folha S.B 20 PURUS **Geologia, Geomorfologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação, Uso potencial da terra**. Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), Rio de Janeiro, 1978.

QUEIROZ, K.O. **Centralidade periférica e integração relativizada- uma leitura de Tefé no Amazonas**. Tese. (Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Geografia Humana da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo). São Paulo-SP: USP, 2015.

REIGOTA, M. **O que é Educação Ambiental**. 2 ed. São Paulo: Brasiliense, 2009 (coleção primeiros passos).

RODRIGUES, Eubia Andréa. **Rede Urbana do Amazonas: Tefé como Cidade Média De Responsabilidade Territorial na calha do Médio Solimões**. Dissertação (Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Ciências Humanas e Letras). Manaus-AM: UFAM, 2011.

RODRIGUES, C. A teoria geossistêmica e sua contribuição aos estudos geográficos e ambientais. In. **Revista do Departamento de Geografia USP**. 14p. 69-77, 2001.

ROSS, Jurandyr / **Ecogeografia do Brasil - Subsídios para Planejamento Ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

ROSSSETTI, Dilce de Fátima, GOÉS, Ana Maria; TOLEDO, Peter Mann; SANTOS

JUNIOR, Antonio Emílio de Araújo dos; PAZ, Jackson Douglas Silva. Reconstrução de paisagens pós-miocênicas na Amazônia Brasileira. In: ALBERNAZ, Ana Luisa K.M. (org.) **Conservação da várzea: identificação e caracterização de regiões biogeográficas**. Manaus: IBAMA/PróVárzea, 2007, Cap. 2, p29-64.

SALATI, Enéas. O Clima atual depende da floresta. In: **Amazônia desenvolvimento, integração, ecologia**. São Paulo: Brasiliense; (Brasília) CNPq, 1983.

SANTOS, R.N.F. **Lugar e representação: um estudo sobre o bairro do Abial no município de Tefé/Am**. Dissertação. (Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Ciências Humanas e Letras). Manaus-AM: UFAM, 2012

SILVA NETO, J.C.A. **A sustentabilidade ambiental a partir do monitoramento do uso do solo da Bacia Hidrográfica do Rio Salobra-MS**. Dissertação (Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul). Aquidauana/MS: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2008.

SILVA, Alexandre Donato da. **Geotecnologias e a problemática dos resíduos sólidos urbanos em Tefé, AM**. Dissertação. (Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Ciências Humanas e Letras). Manaus-AM: Universidade Federal do Amazonas, 2009.

SILVA, A.C.C. **As Cheias Excepcionais e os Impactos Socioambientais na Cidade de Tefé-AM**. Dissertação (Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Amazonas - UFAM. Manaus, 2018, 130p.

SILVA, L.J.S.G.; Riscos de Cheias e inundações. Estudo de um caso: Esposende. **ResearchGate**. p. 1-26, 2014.

SOARES, Lúcio de Castro. **Geografia do Brasil** (IBGE); Rio de Janeiro, 1989.

SOUZA, M.J.L. de. **Urbanização e desenvolvimento no Brasil atual**. São Paulo: Ática, 1996.

SCHIER, R.A. Trajetórias do conceito de paisagem na Geografia. **R. RA'E GA**, Curitiba, n. 7, p. 79-85, 2003.

SCHWARTZMAN, L.F.G. **Análise do desempenho de classificadores para o mapeamento de cobertura do solo em regiões de floresta tropical: estudo de caso do município de Tefé-AM**. Dissertação (Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2017.

STERNBERG. Hilgard O' Reilly. **A água e o homem na várzea do Careiro- 2º Ed.**- Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1998.

TELES, L.EC.; ABREU, T.I.; TEIXEIRA, A.A.B; O acervo documental sob a guarda da Prelazia de Tefé (AM): patrimônio e memória da região amazônica. **Revista Confluências Sociais**. V.04, N.02, 74-80.

TOCANTINS, L. **O rio comanda a vida: Uma interpretação da Amazônia**. Rio de Janeiro: Record, 1988.

TRICART, J. **Ecodinâmica**, Rio de Janeiro IBGE/SUPREN, 1977.p. 91.

VITTE, Antônio Carlos. O desenvolvimento do conceito de paisagem e sua inserção na geografia Física. **Revista de Geografia da UFC**, ano 06, número 11, 2007, p.71-78.

## APÊNDICE

## APÊNDICE 1

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS-UFAM  
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA-PPGEOG  
FÓRMULARIO DE COLETA DE DADOS

Instrumento: Questionário

Local da Pesquisa: Margens do Igarapé Xidarini

Ficha de identificação

1. Nome: \_\_\_\_\_ Sexo( )M ( )F
2. Naturalidade: \_\_\_\_\_
3. Grau de instrução: ( )Ens. Fundamental ( )Ensino Médio ( ) Superior
4. Qual a sua profissão: \_\_\_\_\_
5. Há quantos anos mora nesse bairro: ( ) 1 a 3 ( ) 3 a 5 ( ) 5 a 10 ( ) 10 a 15
6. Tipo de moradia: ( ) Madeira ( ) Alvenaria ( ) Palafita ( ) Mista
7. Quantas pessoas moram na residência? : \_\_\_\_\_
8. Qual a sua renda familiar? ( )1 salário ( ) 2 salários ( ) Outros especificar:  
\_\_\_\_\_
9. Qual a razão de você morar nas margens do Igarapé: \_\_\_\_\_
10. Doenças mais frequentes durante o período de cheia: ( ) malária ( ) dengue ( ) leptospirose  
( ) infecções diarreicas e parasitárias ( ) hepatite ( ) outras \_\_\_\_\_
11. Durante as cheias extremas vocês deixam sua residência?  
( ) Sim ( ) Não Pra onde? \_\_\_\_\_
12. Quais as principais perdas durante as cheias? \_\_\_\_\_
13. Onde você deposita seu esgoto doméstico? ( )No rio ( ) Em fossas sépticas ( )  
Casinha ( )Céu aberto ( ) Outros
14. Qual a destinação final do lixo produzido na sua casa? ( )Joga no rio ( ) Queima ( )  
Enterra ( ) Carro coletor
15. Qual a origem da água consumida na sua residência? ( ) Rio ( ) SAAE.
16. Quanto a qualidade da água consumida? ( )Sem tratamento ( ) Filtrada ( ) Clorada
17. Característica do entorno da residência: ( ) Fácil acesso ( ) Difícil acesso ( ) As margens  
do Igarapé ( ) Encosta ( ) sujeito a deslizamento