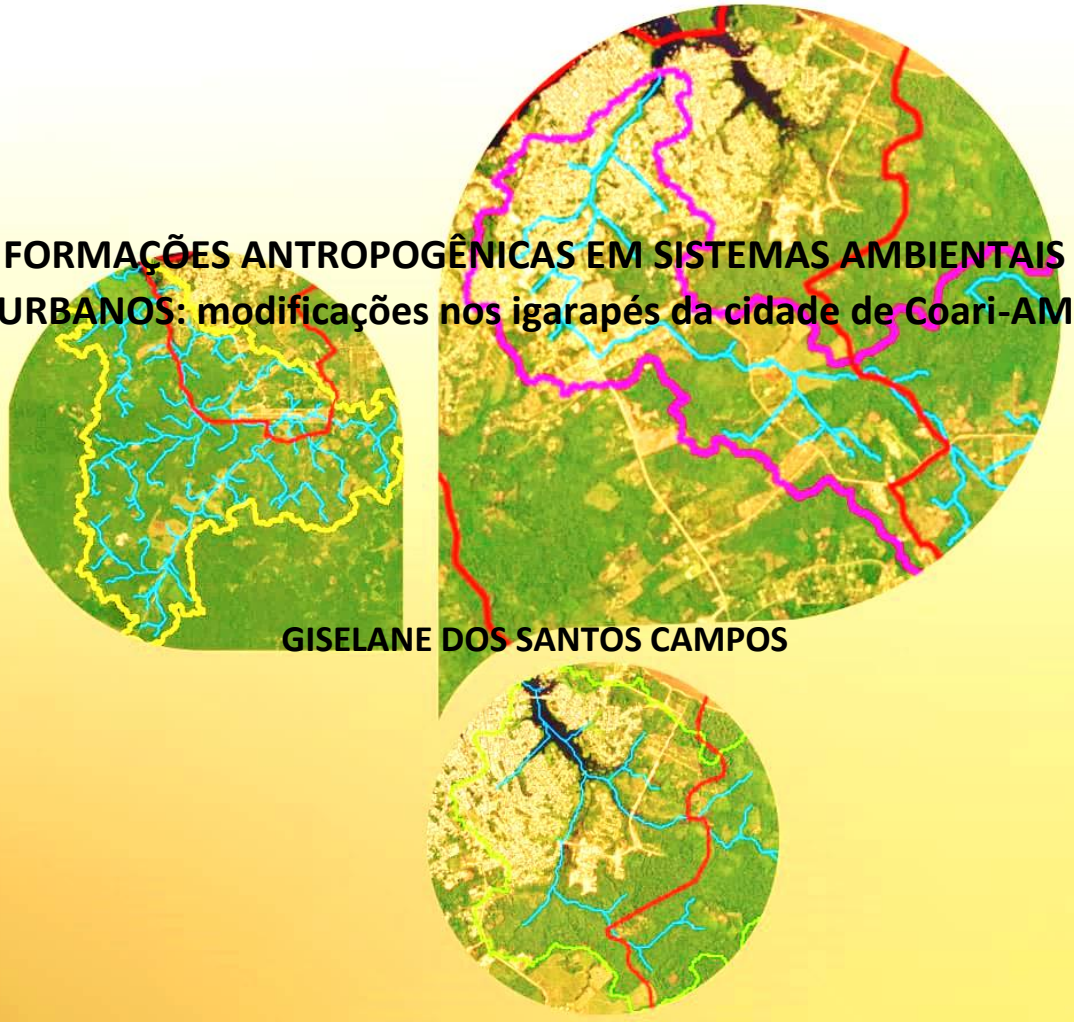
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

FORMAÇÕES ANTROPOGÊNICAS EM SISTEMAS AMBIENTAIS URBANOS: modificações nos igarapés da cidade de Coari-AM



GISELANE DOS SANTOS CAMPOS

MANAUS
2024

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

GISELANE DOS SANTOS CAMPOS

FORMAÇÕES ANTROPOGÊNICAS EM SISTEMAS AMBIENTAIS URBANOS: modificações nos igarapés da cidade de Coari-AM

Tese de Doutorado apresentada a Universidade Federal do Amazonas, no Programa de Pós-Graduação em Geografia/PPGEO/DEGEO, como requisito obrigatório para obtenção do título de Doutora em Geografia.

Orientadora: **ADOREA REBELLO DA CUNHA ALBUQUERQUE**

Coorientador: **FRANSCISCO DAVY BRAZ RABELO**

MANAUS
2024

Ficha Catalográfica

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

Campos, Giselane dos Santos
C198f Formações antropogênicas em sistemas ambientais urbanos: modificações nos igarapés da cidade de Coari-AM / Giselane dos Santos Campos . 2024
180 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Adorea Rebello da Cunha Albuquerque
Coorientador: Francisco Davy Braz Rabelo
Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Coari. 2. bacias hidrográficas. 3. igarapés. 4. sistema ambiental urbano. 5. alterações antropogênicas. I. Albuquerque, Adorea Rebello da Cunha. 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 de Tese de Doutorado da discente **Giselane dos Santos Campos** orientada pela professora Dra. **Adorea Rebello da Cunha Albuquerque** Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Amazonas e Coorientada pelo Professor Dr. **Francisco Davy Braz Rabelo** (UEA).

Às 14h do dia **dezenove de abril de dois mil e vinte e quatro,** em Sala Aberta no Google Meet, realizou-se a Defesa da Tese de Doutorado da senhora Giselane dos Santos Campos, intitulada **"Formações Antropogênicas em sistemas ambientais urbanos: modificações nos Igarapés de Coari – AM",** sob orientação da Profa. Dra. Adorea Rebello da Cunha Albuquerque (PPGEOG/UFAM) e Coorientação do Prof. Dr. Francisco Davy Braz Rabelo (UEA). Em conformidade com o Art. 83 do Regimento Geral de Pós-Graduação da Universidade Federal do Amazonas, esta defesa consiste a parte final de seu trabalho para a obtenção do grau de **DOUTORA EM GEOGRAFIA**, área de concentração em **DOMÍNIOS DA NATUREZA.** A Banca Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Profa. Dra. ***Adorea Rebello da Cunha Albuquerque*** (Presidente - PPGEOG/UFAM), Prof. Dr. ***Edson Vicente da Silva*** (Membro Titular Externo – UFC), Prof. Dr. ***Ercivan Gomes de Oliveira*** (Membro Titular Externo – IFAM/Manaus), Profa. Dra. ***Natacha Cíntia Regina Aleixo*** (Membro Titular - PPGEOG/UFAM) e Profa. Dra. ***Mírcia Ribeiro Fortes*** (Membro Titular - PPGEOG/UFAM). A Presidente da Banca Examinadora deu início à sessão, convidando os membros da Banca e a Doutoranda a tomarem seus lugares. Em seguida, a Senhora Presidente informou sobre o procedimento do exame. A palavra foi facultada a Doutoranda 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 a discente foi **APROVADA .** A sessão foi encerrada. Eu, Antonio Fábio Sabbá Guimarães Vieira, Coordenador do PPGEOG, lavrei a presente ata, que vai assinada pelos Membros da Banca Examinadora e pelo(a) Doutorando(a). Manaus (AM), **19 de abril de 2024.**

gov.br Documento assinado digitalmente
ADOREA REBELLO DA CUNHA ALBUQUERQUE
Data: 21/04/2024 18:22:41-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Profa. Dra. Adorea Rebello da Cunha Albuquerque (presidente)

gov.br Documento assinado digitalmente
FRANCISCO DAVY BRAZ RABELO
Data: 22/04/2024 20:32:40-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

F r a n c i s c o Davy Braz Rabelo (Coorientador)

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

gov.br Documento assinado digitalmente
EDSON VICENTE DA SILVA
Data: 23/04/2024 11:31:22-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Edson Vicente da Silva - Membro Externo UFCE

gov.br Documento assinado digitalmente
ERCIVAN GOMES DE OLIVEIRA
Data: 22/04/2024 09:12:41-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Ercivan Gomes de Oliveira Membro Externo

gov.br Documento assinado digitalmente
NATACHA CINTIA REGINA ALEIXO
Data: 22/04/2024 09:00:09-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Profa. Dra. Natacha Cíntia Regina Aleixo Membro Interno

gov.br Documento assinado digitalmente
MIRCIA RIBEIRO FORTES
Data: 22/04/2024 11:08:03-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Mírcia Ribeiro Fortes Membro Interno

gov.br Documento assinado digitalmente
GISELANE DOS SANTOS CAMPOS
Data: 21/04/2024 12:51:39-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Giselane dos Santos Campos Discente

Giselane dos Santos Campos

Manaus-AM, 19 de abril de 2024

Dedico este trabalho à minha mãe, Irene dos Santos. Aos meus filhos Talita Miura e Danilo Henrique e a minha neta, Morgana Miura, pelo amor presente, incentivo da minha jornada.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela graça, força, discernimento e saúde.

A minha família, por serem estímulos no alcance das metas desejadas.

Ao Professor Doutor Ernesto Serra Pinto e a Alberto Ramires, que não me deixaram desacreditar na prerrogativa de exercer meus direitos de cidadã nesta instituição de ensino.

Aos meus orientadores, Professora Adorea Rebello da Cunha Albuquerque e Professor Francisco Davy Braz Rabelo, que contribuíram grandemente na obtenção desses resultados aqui apresentados. Ressalto sobremaneira a amizade, respeito e parceria de Davy em todas as etapas desse processo.

A Coordenação deste Programa de Pós-Graduação, na pessoa da Professora Mírcia Fortes, pelo apoio e atendimento em todos os momentos, principalmente pela diligencia no período de minha licença médica e pela Sra. Denise Secretária do Programa.

Ao Diretor do IFAM Campus Coari, Professor Elcivan dos Santos, pelo apoio nos trabalhos de campo, fundamentais na coleta de dados e análise dos processos. Aos motoristas, Sr. Fernando Nilo e Sr. Riccelli Silva, por me acompanharem e proporcionarem a segurança no percurso das coletas.

Ao Professor Willison Campos que fez os procedimentos da análise físico-química da água dos igarapés, contribuindo grandemente com os resultados desse estudo.

Aos amigos de Coari, professores do Ifam, pelo acolhimento e suporte, sempre presentes em todos os momentos, seja direta ou indiretamente, contribuindo na produção deste trabalho.

Ao IBGE local, a Seinfra, Caesc, Prefeitura e demais órgãos públicos da cidade que me atenderam e dispuseram alguns dados para a composição da tese.

Ao Sr. Francisco pelas literaturas de sua biblioteca pessoal e demais documentos com informações sobre a cidade.

Ao Sr. Arquipo Góes que compartilhou seu acervo fotográfico e suas falas sobre as mudanças da cidade.

A Sra. Cristiane e vizinhos que estiveram de portas abertas para nos receber durante os trabalhos de campo no Igarapé Bucuará.

O poder da geografia é dado pela sua capacidade de entender a realidade em que vivemos.

Milton Santos

RESUMO

Os estudos específicos voltados para os corpos hídricos vêm passando por uma releitura, principalmente no que se referem as Bacias Hidrográficas Urbanas, visto que seus processos estão inseridos em um contexto muito mais complexo do que sua própria dinâmica. Nesse sentido, a pesquisa expõe as formações antropogênicas em sistemas ambientais urbanos, por meio da apresentação das modificações nos igarapés da cidade de Coari, Estado do Amazonas. Sendo assim, o objetivo principal foi analisar as mudanças hidrogeomorfológicas das Bacias Hidrográficas dos Igarapés Espírito Santo, Pêra e Bucuará, decorrentes da urbanização da cidade. Para isso, esmiuçamos as características físicos-naturais que estruturam o sistema hidrográfico da área da pesquisa, assim como seu processo histórico de ocupação, almejando a construção de parâmetros correlacionais de uso e ocupação no entendimento das transformações e mudanças do seu sistema hídrico. Dessa forma, buscamos compor uma análise sobre o contexto de novas compreensões da relação sociedade e natureza. Verificamos que há uma grande indiferença quanto a gestão das Bacias Hidrográficas que se encontram na cidade, apesar da disponibilidade dos subsídios legais e orçamentários para a efetivação de um planejamento e ordenamento territorial, o qual preserve seus cursos d'águas. As análises qualitativas e físico-química mostraram que há grande comprometimento na rede, sendo necessária a interrupção das intervenções que adotam o aterro como expansão do solo urbano, bem como as retificações dos canais e esgotamento direcionado para drenar nos igarapés, visto que implicam na contaminação e degradação da hidrografia que compõe o espaço geográfico da cidade. Portanto, é preciso adotar ações gerenciais comprometidas com um planejamento e gestão ambiental oriundas de processo intelectual, ao qual se cria instrumentos de controle com base técnico-científica, instrumental e participativa.

PALAVRAS-CHAVE: Coari. Bacias Hidrográficas. Igarapés. Sistema Ambiental Urbano. Alterações Antropogênicas.

ABSTRACT

The specific studies focused on water bodies have been undergoing a reinterpretation, particularly regarding Urban Hydrographic Basins, since their processes are embedded in a much more complex context than their own dynamics. In this sense, the research exposes anthropogenic formations in urban environmental systems by presenting changes in streams in the city of Coari, State of Amazonas. The main objective was to analyze the hydrogeomorphological changes in the Igarapés Espírito Santo, Pêra and Bucuará River Basins resulting from the urbanization of the city. To achieve this, we scrutinized the physical-natural characteristics that structure the hydrographic system of the research area, as well as its historical process of occupation, aiming to construct correlational parameters of use and occupation to undestand the transformations and changes in its water system. In this way, we seek to compose an analysis of the context of new understandings of the relationship between society and nature. We found that there is significant indifference regarding the management of the River Basins that are located in the city, despite the availability of legal and budgetary subsidies, for the implementation of territorial planning and ordering, which preserves its watercourses. The qualitative and physical-chemical analyzes showed that there is great compromise in its channels, making it necessary to interrupt interventions that adopt the landfill for the expansion of urban land, rectification of the channels, drainage directed to drain in the streams, as they imply contamination and degradation of the hydrography that makes up the city's geographic space. Therefore, it is necessary to adopt management actions committed to environmental planning and management arising from an intellectual process, which creates control instruments with a technical-scientific, instrumental and participatory basis.

KEYWORDS: Coari. Watersheds. Igarapés. Urban Environmental System. Anthropogenic Changes.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de localização do município de Coari.....21

Figura 2: Mapa de localização da área urbana do município de Coari.....22

Figura 3: Ilustração apresentada para exemplificar a Orogenia Juruá que deformaram ambas sub-bacias do Solimões.....30

Figura 4: Mapa geológico e de localização da área de estudo sobre a "Mineralogia e geoquímica dos perfis sobre sedimentos neógenos e quaternários da bacia do Solimões na região de Coari – AM".....32

Figura 5: A cidade de Coari; a) Foz da Bacia do Igarapé Espírito Santo; b) Foz da Bacia do Igarapé Pêra; c) Rio Coari; d) Lago Coari; e) Rio Solimões.....38

Figura 6: Modelo simplificado de sistema aberto e seu processamento de interação.....40

Figura 7: Fluxo de um sistema aberto com suas funções voltadas ao processo de equilíbrio.....40

Figura 8: Sistema Ambiental como interação das organizações espaciais, fruto das relações entre os Geossistemas.....42

Figura 9: Representação do sistema tripolar proposto por Bertrand, 1997.....43

Figura 10: Modelo do Geossistema.....45

Figura 11: Exemplo da escala temporal dos processos hidrológicos, hidrogeomorfológicos, geomorfológico e geológicos.....49

Figura 12: Esquema da sistematização dos procedimentos metodológicos adotados para a construção do estudo.....60

Figura 13: Esquema organizacional do processo de análise sistemática das bacias hidrográficas da área urbana de Coari.....63

Figura 14: Fluxograma da análise de SAU aplicado na avaliação dos Geossistemas dos Igarapés urbanos de Coari.....66

Figura 15: Medidor Portátil com a utilização de medidores multiparâmetros e turbidímetro portátil.....71

Figura 16: Reprodução da pintura em óleo retratando a aldeia de Tauámirim – 1848 – esboçado por Paul Marcoy em sua viagem pelo rio Amazonas, retratado pelo pintor francês Édouard Riou.....76

Figura 17: Planta da Cidade de Coari na década de 1930.....77

Figura 18: Localização dos bairros de Coari - 2020.....80

Figura19: Diagrama representativo da síntese da expansão antrópica, em 1987 a 2003, por desmatamento, na área da cena TM/Landsat 233/63.....86

Figura 20: Expansão urbana na Cidade de Coari entre os anos de 1987 a 2003.....87

Figura 21: Imagens do satélite Landsat 5 TM do município de Coari – Amazonas/Brasil nos aos de 1986 e 2009.....88

Figura 22: Série histórica da expansão do tecido urbano da cidade de Coari-AM.....89

Figura 23: Delimitação da Bacia Hidrográfica do Igarapé Espírito Santo.....90

Figura 24: Pontos de observação e coleta no Igarapé Espírito Santo.....92

Figura 25: Ponto P1 – Acesso ao conjunto residencial Iacy Dantas pela estrada Coari/Itapeua. a) Rua que liga a estrada Coari/Itapeua ao conjunto residencial Iacy Dantas; b)Trecho de passagem sobre o Igarapé Espírito Santo ao conjunto residencial Iacy Dantas.....93

Figura 26: Observações no ponto P1 a) Margem direita do igarapé Espírito Santo; b) Estrutura de passagem do igarapé; c) Tubulação de passagem do igarapé.....93

Figura 27: Ponto P2 – EcoPark. a) Área de lazer do EcoPark, igarapé Espírito Santo na sua lateral esquerda; b) igarapé Espírito Santo no entorno do EcoPark.....94

Figura 28: Delimitação da passagem do igarapé Espírito Santo no P2, EcoPark. a) Estrutura para construção do muro contornando o igarapé Espírito Santo; b) Lateral construída separando o igarapé; c) Acesso de concreto sobre o igarapé dentro do EcoPark.....94

Figura 29: Ponto P3 – Área de Preservação Permanente. a) APP do igarapé Espírito Santo; b) Lateral da APP do igarapé Espírito Santo.....95

Figura 30: a) Igarapé Espírito Santo na APP; b) Placa de sinalização da APP; c) Direção do escoamento de água para dentro do canal do igarapé Espírito Santo; d) Ocupação na margem do igarapé Espírito Santo na APP.....95

Figura 31: Ponto P4: a) Estadual Prefeito Alexandre Montoril; b) Igarapé Espírito Santo.....96

Figura 32: Área de transbordamento no curso médio do canal principal da bacia do Espírito Santo.....96

Figura 33: Ponto P5, a) Entrada da Ponte Raimundo Pinho; b) Trecho da Ponte Raimundo Pinho.....97

Figura 34: Ponte Raimundo Pinho – Duque de Caxias; P5, a) Entrada da Ponte Raimundo Pinho; b) Trecho da Ponte Raimundo Pinho.....98

Figura 35: Registros do igarapé Espírito Santo. a) Trecho da bacia do igarapé Espírito Santo; b) Foz do igarapé Espírito Santo; c) Ponte Roberval Rodrigues; d) Rio Coari.....99

Figura 36: Análise físico-química da água do igarapé Espírito Santo.....103

Figura 37: Delimitação da bacia hidrográfica do igarapé Pêra.....104

Figura 38: Encontro do igarapé Pêra com o Rio Coari e o Rio Solimões: a) Igarapé Pêra; b) Rio Coari; c) Rio Solimões.....105

Figura 39: Pontos de observação e coleta no igarapé Pêra.....106

Figura 40: Imagem aérea de parte do conjunto residencial Monte Sinai, onde se localizam pontos P1 e P2 do igarapé Pêra.....107

Figura41: Imagem aérea do ponto três (P3), margem direita do igarapé Pêra, bairro Pêra....108

Figura 42: Palafitas na margem do igarapé Pêra próximo ao ponto P3 - bairro Pêra.....108

Figura 43: Imagem aérea do ponto P4, igarapé Pêra - bairro Pêra.....109

Figura 44: Imagem da ponte do Pêra: a) lado esquerdo do início da ponte direção centro-bairro; b) Margem do rio; c) Casas flutuantes.....110

Figura 45: Análise de físico-químico da água do igarapé Pêra.....112

Figura 46: Delimitação da bacia hidrográfica do igarapé Bucuará.....113

Figura 47: Mapa dos solos do município de Coari.....114

Figura 48: Pontos de observação e coleta no igarapé Bucuará.....115

Figura 49: Registro da análise físico-química da água no ponto P2 do igarapé Bucuará.....117

Figura 50: casas próximas às margens de bacia hidrográfica. a) Igarapé Espírito Santo; b) arruamento.....118

Figura 51: Os igarapés Espírito Santo e Pêra, e, o urbano circunvizinho.....119

Figura 52: Paleta de cores indicativas dos impactos encontrados pela aplicação do PAR-R....120

Figura 53: Gráficos demonstrativos do tipo de ocupação nos igarapés urbanos de Coari.....120

Figura 54: P1 Passagem de acesso da Estrada Coari Itapeua ao conjunto residencial Iacy Dantas.....121

Figura 55: a) localização do ponto P2 do igarapé Pêra; b) casas próximas ao ponto P2.....122

Figura 56: Ocupação encontrada na margem do ponto P1 do igarapé Bucuará – vegetação e residência.....122

Figura 57: Casas localizadas nas margens do igarapé Espirito Santo no período de cheia.....123

Figura 58: Gráficos demonstrativos do tipo de alterações antrópicas nos igarapés urbanos de Coari.....124

Figura 59: Gráficos demonstrativos da intensidade de odor nos igarapés urbanos de Coari.....125

Figura 60: Gráficos demonstrativos da oleosidade nos igarapés urbanos de Coari.....126

Figura 61: Presença de oleosidade na água do ponto P5 do igarapé Espírito Santo.....127

Figura 62: Gráficos demonstrativos da presença de plantas aquáticas nos igarapés urbanos de Coari.....128

Figura 63: Macrófitas conhecidas como mureru ou aguapé ao no igarapé Espírito Santo.....128

Figura64: Macrófitas ao longo do igarapé Espírito Santo.....129

Figura65: Macrófitas identificadas nas proximidades dos pontos P3 e P4 do igarapé Pêra....129

Figura 66: Gráficos demonstrativos da presença de lixo nos igarapés urbanos de Coari.....130

Figura 67:Observações de lixo nos pontos de análise PAR-R do igarapé Pêra.....131

Figura 68:Observações de lixo nos pontos de análise PAR-R do igarapé Bucuará.....131

Figura 69: Gráficos demonstrativos do saneamento dos igarapés urbanos de Coari.....133

Figura 70: Canalização direcionada para despejo no igarapé Espírito Santo.....134

Figura 71: Canalização direta no igarapé Pêra.....134

Figura 72: Gráficos demonstrativos de processo erosivo nas margens dos igarapés urbanos de Coari.....136

Figura 73: Processo erosivo no ponto P6 no igarapé Espírito Santo.....137

Figura 74: Processo erosivo no ponto P2 no igarapé Pêra.....137

Figura 75: Processo erosivo nos pontos P1 e P2 no igarapé Bucuará.....138

Figura 76: Gráficos demonstrativos da estabilidade das margens dos igarapés urbanos de Coari.....139

Figura 77: Gráficos demonstrativos da cobertura vegetal nos igarapés urbanos de Coari.....140

Figura 78: Registro da existência de cobertura vegetal nos pontos P1, P2 e P3 do igarapé Espírito Santo.....140

Figura 79: Registro da existência de cobertura vegetal nos pontos P4 e P5 do igarapé Espírito Santo.....141

Figura 80: Registro da existência de cobertura vegetal no ponto P1 do igarapé Pêra.....141

Figura 81: Registro da existência de cobertura vegetal nos pontos P2 e P3 do igarapé Pêra.....142

Figura 82: Registro da existência de cobertura vegetal no ponto P1 do igarapé Bucuará.....142

Figura 83: Gráficos demonstrativos da presença de mata ciliar nos igarapés urbanos de Coari.....143

Figura 84: Registro das margens e existência de mata ciliar nos pontos P4, P5 e P6 do igarapé Espírito Santo.....144

Figura 85: Registro das margens e existência de mata ciliar nos pontos P2 e P4, P5 e P6 do igarapé Pêra.....144

Figura 86: Registro das margens e existência de mata ciliar nos pontos P1 e P2 do igarapé Bucuará.....145

Figura 87: Gráficos demonstrativos da presença de substrato nas margens dos igarapés urbanos de Coari.....145

Figura 88: Registro das margens e existência de substrato no ponto P2 do igarapé Espírito Santo.....146

Figura 89: Registro das margens e existência de substrato no ponto P2 do igarapé Pêra.....147

Figura 90: Registro das margens e existência de substrato no ponto P2 do igarapé Bucuará.....147

Figura 91: Gráficos demonstrativos das alterações do canal dos igarapés urbanos de Coari.....148

Figura 92: Gráficos demonstrativos quanto a transparência da água dos igarapés urbanos de Coari.....149

Figura 93: Registro transparência da água no ponto P3 do igarapé Pêra.....149

Figura 94: Registro transparência da água no ponto P1 do igarapé Bucuará.....150

Figura 95: Registro transparência da água nos pontos P1 e P2 do igarapé Espírito Santo.....150

Figura 96: Registro transparência da água ao longo do igarapé Espírito Santo.....151

Figura 97: Gráficos demonstrativos quanto a presença faunística no entorno dos igarapés urbanos de Coari.....152

Figura 98: Esquema da integração das problemáticas urbanas de Coari.....154

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Parâmetros de avaliação da qualidade da água e seus aspectos.....71

Quadro 2: Resultados da aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida no igarapé Espírito Santo.....100

Quadro 3: Resultados da aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida igarapé Pêra.....110

Quadro 4: Resultados da aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida igarapé Bucuará.....116

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Crescimento demográfico do município de Coari em 1991, 2000, 2010 e 2022.....85

Tabela 2: Resultados da análise físico-química do igarapé Espírito Santo.....101

Tabela3: Resultados da análise físico-química da água do igarapé Pêra.....111

Tabela4: Resultados da análise físico-química da água do igarapé Bucuará.....116

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....20

CAPÍTULO 1 – A GÊNESE DO PERCURSO DAS ÁGUAS E CARACTERIZAÇÃO GEOFÍSICA DA ÁREA DE ESTUDO 28

1.1. FATORES DE INFLUÊNCIAS NA ESTRUTURA GEOLÓGICA E GEOMORFOLÓGICA DE COARI E SUA CONSEQUENTE CONFIGURAÇÃO HIDROLÓGICA 28

1.1.1. Geologia 29

1.1.2. Hidrologia 33

1.1.3. Clima 35

1.1.4. Vegetação 35

CAPÍTULO 2 – REFERENCIAL TEÓRICO.....38

2.1. CONSTRUÇÃO DO REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO.....38

2.1.1. O Geossistema como suporte na dialética dos sistemas ambientais e sua relação com a análise das transformações antrópicas das bacias hidrográficas.....39

2.1.2. A hidrogeomorfologia na investigação das configurações evolutivas da paisagem fluvial.....47

2.1.3. A geotecnologia como suporte para análise espacial e compreensão das alterações hidrogeomorfológicas nas Bacias Hidrográficas 50

2.1.4. A Bacia Hidrográfica no contexto das análises de sistemas hídricos urbanos.....53

2.2. PROCEDIMENTOS.....59

2.2.1. Organização da Metodologia.....59

2.2.2. Levantamento de dados.....67

CAPÍTULO 3 – CARACTERIZAÇÃO DAS ALTERAÇÕES AMBIENTAIS NO CONTEXTO HIDROGRÁFICO DA CIDADE DE COARI, ONDE COMEÇOU, COMO SE INSTALOU 74

3.1. A DEFINIÇÃO GEOGRÁFICA DO MUNICÍPIO DE COARI AO COMANDO DOS RIOS.....74

3.1.1. De vila à cidade do gás: a importância de Coari no cenário econômico amazonense.....77

3.2. DA ECONOMIA EXTRATIVISTA PARA MONETARISTA – O AUMENTO POPULACIONAL COMO OS PRIMEIROS IMPACTOS NO SISTEMA AMBIENTAL URBANO: o progresso e contradições.....

3.2.1. As alterações espaciais em Coari a partir de sua transição demográfica.....85

CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES.....90

4.1. A HIDROGEOMORFOLOGIA NO CONTEXTO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS URBANAS DE COARI E A URBANIZAÇÃO COMO IMPACTO ANTROPOGÊNICO DOS CURSOS D'ÁGUAS.....90
4.1.1. Caracterização das alterações antropogênicas na Bacia Hidrográfica do Igarapé Espírito Santo.....90
4.1.2. Caracterização das alterações antropogênicas na Bacia Hidrográfica do Igarapé Pêra.....103
4.1.3. Caracterização das alterações antropogênicas na Bacia Hidrográfica do Igarapé Bucuará.....113
4.2. A RELAÇÃO DOS IMPACTOS DAS ALTERAÇÕES ANTROPOGÊNICAS NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS IGARAPÉS URBANOS DE COARI COMO PONTO DE DEBATE.....118

CONSIDERAÇÕES FINAIS.....162

REFERÊNCIAS.....164

ANEXOS

INTRODUÇÃO

O processo de ocupação e uso da terra na região Amazônica é similar e ao mesmo tempo contraditório, marcado pela dinâmica socioespacial e pelo modo de vida que resulta numa simbologia da floresta urbanizada (Veloso, 2020). Contudo, a intensificação dessa dinâmica está ligada a fatores de desenvolvimento socioeconômicos intrínsecos às relações de seus circuitos e redes de acesso, exposto por Becker (2001) como malha técnico-política e malha socioambiental. Dentro desse contexto, também estão os problemas causados pela urbanização intensificada, ligados ao modo de vida de sua população, influenciada pelo consumo e, atualmente, pelas necessidades informacionais de um mundo globalizado. Destarte, as cidades se tornaram também um dos maiores problemas ambientais na Amazônia, dada a velocidade da imigração e a consequente carência de serviços, por serem importantes fornecedoras no mercado regional (Becker, 2001).

O município de Coari, assim como outros do interior do Amazonas, possui essas características e, nesse contexto, identificamos em seu espaço geográfico urbano o traçado de uma cidade pouco pensada para seus habitantes, principalmente quando observamos os aspectos hidrogeomorfológicos que compõem sua paisagem. Nesse sentido, é necessário buscar a compreensão de como se formou esse cenário urbano na qual a cidade foi construída, ocupando os limites de seus rios, aterrando-os e, ao mesmo tempo, convivendo com a sua dinamicidade influenciada por uma rede hidrográfica maior: o Rio Solimões.

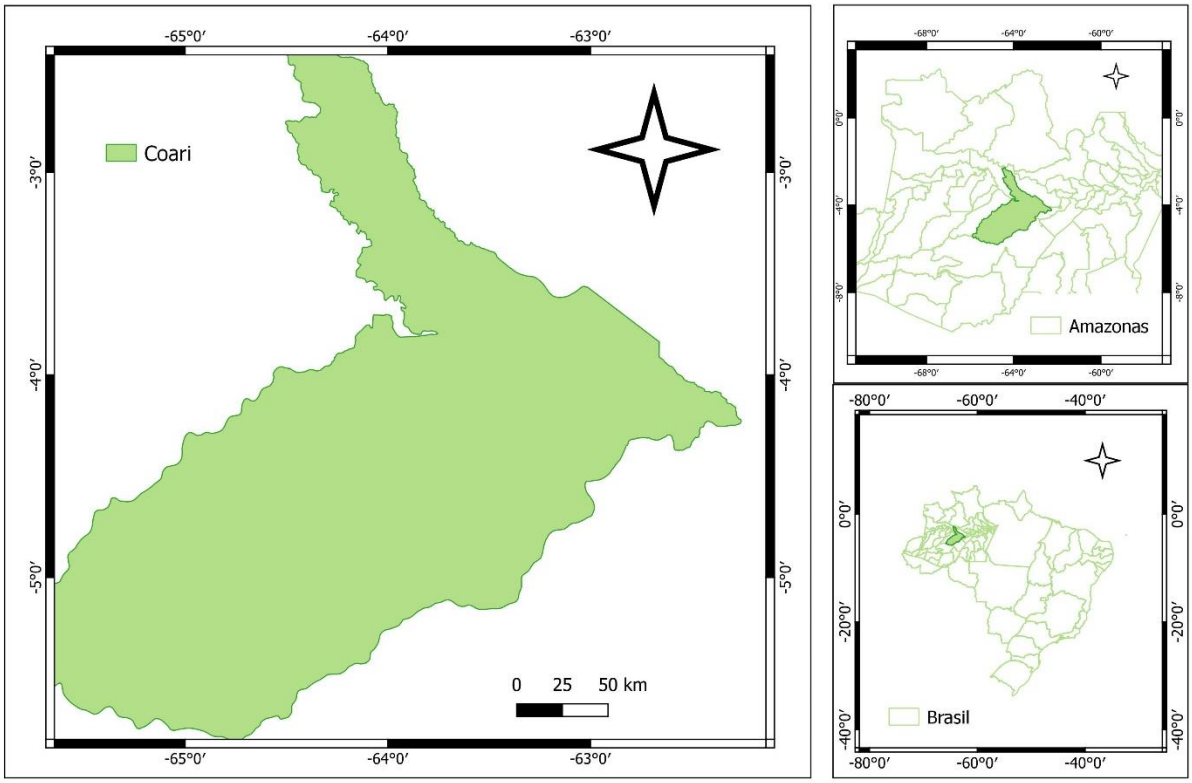
Veloso (2020), ressalta os grandes incentivos para a urbanização em diferentes escalas do ambiente regional na Amazônia, pensados por uma lógica unificadora de integração que resultou em uma urbanização diversificada, acompanhada de uma rede urbana complexa e cidades com um expressivo adensamento populacional. Oliveira (2014) enfatiza que esse processo de produção do espaço ocorre a partir da ação de vários sujeitos sociais e da relação entre eles e com a natureza, completando-se com a atuação direta do Estado, formando um complexo e extenso sistema burocrático. Porém, há outras dimensões ligadas a essa dinâmica, como a transformação de hábitos e costumes, evidenciando que a relação sociedade e natureza que passou a predominar na Amazônia, teve e continua tendo como principal característica a tendência à degradação de ambos. (Oliveira, 2014).

A partir da compreensão dessas relações que permeiam a produção do espaço na Amazônia, e que trazem como consequência mudanças na forma de uso e apropriação dos

recursos naturais, é que o estudo proposto, busca na análise da relação sociedade/natureza, entender as alterações hidrogeomorfológicas urbanas que se localizam na cidade de Coari, no Amazonas.

O município de Coari (Figura 1) está localizado no Centro Geográfico do Estado do Amazonas, ao qual faz parte como Mesorregião Centro Amazonense (IBGE, 2017).

Figura 1: Mapa de localização do município de Coari

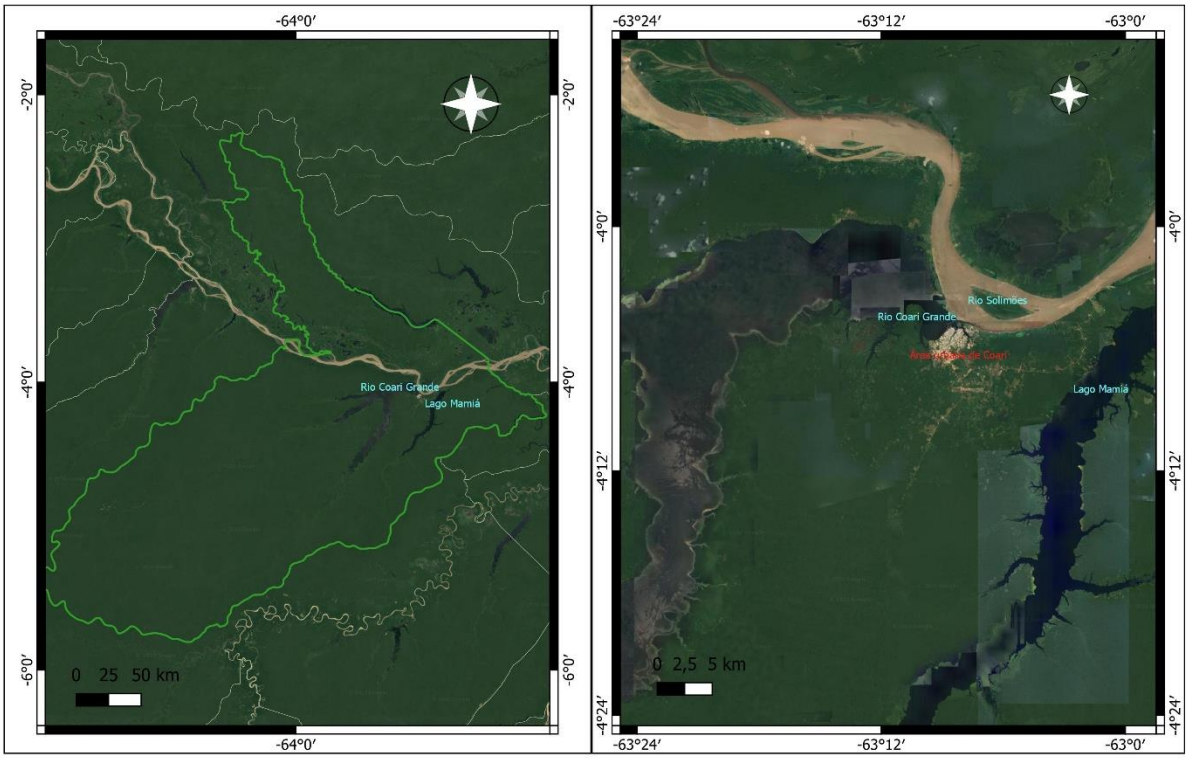


Fonte: Organização Giselane Campos, 2024.

Situa-se a 40 metros acima do nível do mar, comportando uma área de 57.970,768 km² (IBGE, 2023). Limita-se ao Norte com o município de Codajás, ao Sul com Tapauá, a Leste com o município de Anori e a Oeste com Tefé e Maraã.

Sua área urbana está localizada próxima ao rio Solimões entre o rio Coari Grande e lago Mamiá, que sofrem influência das cheias e vazantes da calha Solimões/Amazonas (Figura 2).

Figura 2: Mapa de localização da área urbana do Município de Coari



Fonte: Organização Giselane Campos, 2023.

Distando de Manaus 363km em linha reta e por via fluvial 421km. A população do município segundo dados do último censo do IBGE (2022) é de 70.616 habitantes.

Possui o segundo maior produto interno bruto do Estado devido a extração de petróleo e gás da base petrolífera Geólogo Pedro de Moura no rio Urucu, e, por sua localização estratégica, funciona como um entreposto comercial (Lira, 2013) que influencia diretamente na dinâmica da sua economia e consequentemente na relação de consumo e no modo de vida de sua população.

Em razão desse contexto, as transformações no espaço urbano de Coari evidenciam na paisagem grandes contradições de ordem estrutural: tais alterações deflagram um grande problema de ordem ambiental, que envolvem fatores complexos de apropriação, uso e descaso com a preservação da qualidade da água e dos recursos hídricos, por falta de sensibilização e conhecimento das consequências em ocupar locais inapropriados para moradia, bem como a falta de políticas públicas para mitigar problemas já existentes.

Por seus aspectos naturais, considerados apreciáveis, Coari recebeu o título de “Rainha do Solimões”, por ser uma das cidades que mais apresentam perspectivas de condições

promissoras de desenvolvimento no Estado do Amazonas (Lira, 2013). Góes (2014; 2016), ao pesquisar a etimologia do nome da cidade, concluiu que a origem mais adequada, se encontra no quéchua que significa “Rio de Ouro” ou “Rio dos Deuses”. Nesse sentido, até o nome do município traz consigo a influência de sua hidrografia e as características ligadas às suas riquezas naturais.

Face a essa configuração, propomos analisar as transformações hidrogeomorfológicas das bacias hidrográficas dos igarapés Espírito Santo, Pêra e Bucuará sob a influência da urbanização da cidade, e consequentemente pela ação antropogênica desse processo. Sendo assim, foi necessário expor os aspectos ligados a descrição da geologia e geomorfologia desse recorte, buscando relacionar com seus aspectos históricos do processo de ocupação, produção e reprodução, identificando as alterações ocorridas durante sua expansão.

O recorte temporal compreendeu o período de urbanização ocorrido a partir das transformações socioeconômicas do munícipio, apresentando as modificações da ação antropogênica no meio ambiente urbano, a partir de sua fixação espacial dos últimos 90 anos.

O recorte analítico foi fundamentado no estudo da hidrogeomorfologia local, englobando os aspectos conformadores das bacias hidrográficas dos igarapés Espírito Santo, Pêra e Bucuará, incorporando referencial teórico que objetivou alcançar e compreender as alterações desses igarapés localizados em áreas urbanas, por meio da análise de seus sistemas ambientais. Mediante a dialética geossistêmica associado ao sistema antropogênico, sob o olhar da composição de um modelo estruturante de apropriação, uso e ocupação da Terra nas áreas urbanas da cidade, buscamos associar ao conjunto de técnicas e procedimentos integrados às novas compreensões sobre a relação sociedade e natureza.

A principal questão norteadora pautou-se na premissa de que “ao organizarmos o contexto de apropriação e uso do entorno das Bacias Hidrográficas dos Igarapés Espírito Santo, Pêra e Bucuará, seria possível compreendermos e descrevermos as alterações ocorridas por meio de uma análise antropogênica, relacionando os aspectos de suas ocupações com seus processos de alterações hidrogeomorfológicos?” e “Quais os principais fatores que implicaram nas alterações hidrogeomorfológicas após a apropriação do espaço onde se localizam esses igarapés?” Partimos, assim, do entendimento de um possível padrão no processo de ocupação nas cidades Amazônicas, diferenciadas do padrão caracterizado como urbano predominante em outras regiões do Brasil (Oliveira, 2006). Em Coari, esses processos de mudança, assim como ocorreram em outras cidades, não reconheceram a rede

hídrica, como um elemento originário da paisagem, por parte dos planejadores territoriais. Nesse sentido, cogitamos que, ao estabelecer a historicidade das alterações ocorridas nos entornos das bacias hidrográficas dos igarapés Espírito Santo, Pêra e Bucuará associadas às alterações hidrogeomorfológicas, pela inserção dos elementos antrópicos, seria possível apresentar nesse modelo de apropriação do território, o entendimento do processo configurador das relações sociedade/natureza no tempo presente, influenciados pelos aspectos socioeconômico e cultural estabelecidos por sua ocupação.

Observamos que as redes hidrográficas localizadas no tecido urbano das cidades ainda são vistas como um problema a ser superado em função aos anseios da modernidade, que entende "progresso" baseado na superação dos aspectos naturais. Nessa perspectiva, igarapés são aterrados, canalizados e assoreados tornando-se um problema socioambiental.

Com base nessa reflexão, verificamos que os estudos voltados a interface hidrogeomorfológica possuem associação importante no entendimento das contínuas transformações concomitantes a organização espacial das sociedades humanas (Magalhães Júnior e Barros, 2020). Assim, muitas análises foram desenvolvidas na compreensão da realidade dos igarapés e sua contextualização socioambiental, visto que buscamos o entendimento dos arranjos espaciais que envolveram os fatores condicionantes da formação de cenários, já que "os cursos d'águas atuam diretamente na configuração do relevo e das paisagens a partir dos processos de erosão e sedimentação" (Barros e Magalhães Júnior, 2020), revelando suas formas, consolidadas por essa dinâmica.

Atualmente é quase unânime nas abordagens a concordância de que a crise ambiental contemporânea não pode ser compreendida, muito menos resolvida, seguindo perspectivas que isolam sociedade de natureza ou que ignoram uma delas.

Nesse sentido, um estudo abrigado na abordagem Geossistêmica aliado ao Sistema Antrópico, onde a cidade interage sob a perspectiva do conceito de Sistema Ambiental Urbano (SAU)[1] (Mendonça e Lima, 2020), por meio de interpretações da Geomorfologia Urbana Histórica em sistemas hídricos (Rodrigues, 2010), foi aplicado às bacias hidrográficas em questão. Deste modo, responder às questões não apenas de causa e efeito das problemáticas

[1] As cidades são resultantes de uma dinamicidade interativa complexa, entre o ambiente natural (sítio) e o ambiente social (fato urbano), o primeiro obedece a uma dinâmica própria, a da natureza, muitas vezes alterada pelas condições do sítio urbano e, o fato urbano, que revela a materialidade e a dinâmica social (MENDONÇA e LIMA, 2020, p.16).

da produção do espaço da cidade e as consequências de fatores físicos implicados ao seu planejamento, como também na associação ao uso e ocupação humana.

De acordo com Kramer e Stevaux (2001), a investigação evolutiva dos sistemas fluviais, bem como a natureza da deposição quaternária continental é fragmentária e descontínua, e, desta forma, constitui-se em um tema que vem sendo cada vez mais discutido nas Geociências, em função das intensas transformações provocadas pelo homem.

A adoção de um olhar voltado para abordagem que engloba vieses que explanam as transformações ao longo da história do processo de urbanização, associado ao entendimento do cenário hidrogeomorfológico presente, resgata a compreensão de como se estabeleceram as formas e funções, bem como alterações de um espaço de grande importância.

Dessa maneira, o objetivo geral deste estudo é:

- Analisar mudanças hidrogeomorfológicas dos igarapés Espírito Santo, Pêra e Bucuará decorrentes da urbanização da cidade de Coari e suas influências antropogênicas.

Sendo os objetivos específicos:

- Caracterizar a estrutura física natural da região onde se localiza o município de Coari;
- Ponderar sobre a relação dos aspectos teóricos metodológicos e conceituais das alterações dos Sistemas Ambientais pelas ações antropogênicas sobre a hidrogeomorfologia urbana;
- Elencar parâmetros correlacionais de uso e ocupação às transformações das características originais dos sistemas hidrogeomorfológicas da cidade de Coari;
- Discorrer sobre as observações correlacionais dos impactos no entorno dos igarapés Espírito Santo, Pêra e Bucuará, ilustrando por meio de registros de campo, a síntese representativa dos elementos que compõem as bacias;
- Articular as novas compreensões da relação sociedade/natureza numa perspectiva dos Sistemas Ambientais Urbanos das transformações hidrogeomorfológicas de Coari.

A estrutura deste trabalho, está organizada da seguinte forma: no primeiro capítulo detalhamos a caracterização geral dos aspectos que compõem a formação de natureza física da área de estudo, com tema principal: “A gênese do percurso das águas de Coari e caracterização geral da área de estudo”, dividindo-os em subtópicos de abordagens mais

detalhadas, onde descrevemos os fatores de influências na estrutura geológica e geomorfológica de Coari e sua consequente configuração hidrológica.

No segundo capítulo, expomos a metodologia do estudo em dois tópicos, sendo o primeiro, a abordagem sobre o referencial teórico da aplicação do conceito de Geossistema no estudo da hidrogeomorfologia, como suporte para a compreensão do processo dialético, que rege o Sistema Ambiental Urbano (SAU) e sua relação com a análise das transformações antrópicas nas bacias hidrográficas. Seguido dos procedimentos metodológicos adotados na investigação dos elementos de influência das transformações hidrogeomorfológica, que incidem na configuração evolutiva da paisagem fluvial, e análise dos Sistema hidrográfico urbano.

Ao abordar os procedimentos adotados, se argumenta sobre o uso da categoria Paisagem em Geografia, e suas contribuições utilizadas na análise das alterações hidrogeomorfológicas em área urbana. Nesse entendimento, apresentamos técnicas de avaliação observacional de forma direta das alterações antropogênicas utilizando Protocolo de Análise Rápida de Rios (PAR-R); análise físico-química; e, o mapeamento dos locais da coleta de dados.

O terceiro capítulo “Caracterização das alterações ambientais no contexto hidrográfico da cidade de Coari, onde começou, como se instalou”, abordamos sobre os aspectos ligados a história da expansão urbana e como se relaciona com seu contexto hídrico. Assim como os arranjos espaciais que estruturaram as novas configurações a partir da implementação da indústria petrolífera, e a consequente reconfiguração das margens das suas bacias hidrográficas urbanas.

Dessa forma, as informações abordam sobre a mudança de uma economia extrativista para monetarista e o aumento populacional como o primeiro impacto trazido pela exploração do Gás, revelando como o processo de urbanização influenciou nas alterações espaciais de Coari e, consequentemente, nas alterações das bacias hidrográficas com o adensamento populacional.

Seabra (2022), em seu estudo sobre a indústria petrolífera em Coari e suas implicações nas transformações territoriais, investigou as influências da Petrobras após o início da exploração petrolífera no município, envolvendo suas dinâmicas socioespaciais, bem como as repercussões da renda dos royalties do petróleo no território, em seus aspectos econômicos, sociais, culturais e ambientais, no qual identificou o aumento populacional urbano como a

maior alteração ocorrida em Coari, já que a partir da década de 1990, milhares de pessoas se deslocavam para a sede do município, e, concernente a esse fato, a população urbana cresceu de quase 9 mil habitantes em 1970 para mais de 50 mil habitantes em 2010.

Seguindo essa lógica, expomos no quarto capítulo os resultados e discussões acerca do detalhamento das aplicações das metodologias propostas neste estudo, debatendo sobre os sistemas fluviais no contexto da cidade, seus aspectos físicos consequentes da expansão urbana e análises desse contexto.

Ao integrar todas as informações coletadas, nas considerações finais, ponderamos sobre as influências dos processos antrópicos nos processos naturais, e como os mesmos se concretizam na produção do espaço geográfico, culminando esse entendimento como fenômeno geomorfológico também se torna desigual.

Ao estudarmos as consequências das alterações hidrogeomorfológicas de uma cidade impactada pelo processo de ocupação e exploração dos seus recursos, empreendemos uma oportunidade para respaldar desequilíbrios ambientais e seus impactos nos sistemas integrativos e explanar como as implicações geram outros encadeamentos de problemas, que se tornam ainda mais complexos em suas resoluções.

CAPÍTULO 1 - A GÊNESE DO PERCURSO DAS ÁGUAS E CARACTERIZAÇÃO GEOFÍSICA DA ÁREA DE ESTUDO

No presente capítulo apresentamos a constituição estrutural física da região onde que se localiza o município de Coari. O objetivo de descrevê-lo inicialmente, antes mesmo do referencial teórico, se justifica por pensar a partir de uma sequência baseada na configuração do relevo, que é primeiramente produto de interrelação dos componentes físicos-naturais, e posteriormente é reconfigurado pela ação antrópica. Objetivando apresentar como o percurso das águas determina suas nuances, também sofrendo alterações, submetidas pelo desencadear do tempo e as consequentes remodelações da dinâmica da Terra, assim como pela urbanização e utilização dos recursos naturais, culminando com a modificação da paisagem, a partir da integração desses eventos.

1.1. FATORES DE INFLUÊNCIAS NA ESTRUTURA GEOLÓGICA E GEOMORFOLÓGICA DE COARI E SUA CONSEQUENTE CONFIGURAÇÃO HIDROLÓGICA.

Os aspectos relacionados à constituição do relevo são suporte para compreender que esse é produto das diferentes ações atuantes em sua configuração. A paisagem natural é, portanto, objeto resultante de forças endógenas e exógenas, apresentando em seu estrato a própria história que a compôs.

Envolvida nesse processo, a hidrologia presente também é resultado das relações integradas a esses sistemas, pois formam importante meio de alterações morfogenéticas.

Para entender o sistema fluvial amazônico, é necessário considerar informações multidisciplinares, já que os estudos geológicos nessa região mostram relevantes aspectos da paisagem associados aos processos tectônicos. Nesse entendimento, não somente o clima e processos deposicionais que esclarecem o contexto da formação do relevo, mas, também, uma associação no que tange a "neotectônica, sedimentação (tipos de depósitos e associação com a paisagem), e geomorfologia (abrangendo os conceitos de morfoestrutura e morfotectônica) em clima atual ou pré-atual" (Carmo, 2010).

De acordo com Carmo (2010), a neotectônica passou a ser evidenciada a partir de estudos do quadro tectônico regional, que segue o modelo da Plataforma Brasileira, proposto por Hasui (1990)[2].

Quanto aos aspectos físicos de um corpo hídrico entende-se que os mesmos influenciam diretamente em sua qualidade, portanto o tipo de solo, o clima, a cobertura vegetal e principalmente as atividades antrópicas são fatores que repercutem na qualidade e

[2] Modelo sugeridos para a evolução tectono-geológica do *Craton* Amazônico – baseado nos dados geofísicos de magnetometria e gravimetria. Este modelo sugere um *craton* formado por 12 blocos antigos consistindo em terrenos *granitogreenstone belts*, cujas margens caracterizam-se pelo desenvolvimento de cinturões altamente deformados (terrenos granulíticos) resultantes de processos colisionais durante o Arqueano-Paleoproterozóico, reativados em períodos subsequentes. (COUTINHO, M.G. da N. Geologia do Craton Amazônico. CPRM, 2008).

quantidade das águas superficiais. Também são de fundamental importância para os fatores que influenciam e/ ou controlam os "padrões morfológicos da sedimentação quaternária e sua associação com o quadro tectônico do Cenozóico dos aspectos neotectônicos e a dinâmica geomorfológica" (Carmo, 2010).

1.1.1. Geologia

A região em que se localiza o município de Coari é caracterizada pela Formação Içá de idade pleistocênica (1,8 milhões de anos), seguida por terraços fluviais e depósitos aluvionares[3] holocênicos (CPRM, 2006).

Inserido na bacia do Solimões, essa área corresponde a consequentes *riftes* intracratônicos formados por extensão intraplaca do deslocamento de uma pluma do manto no início do Paleozóico, posteriormente incrementados pela subsidência ocorrida em função de estiramento crustal referente à evolução do Oceano Atlântico no final do Jurássico e início do Cretáceo, e da elevação da cadeia andina no Paleógeno (Bertani, 2015).

Datada da Era Paleozóica, a bacia sedimentar do Solimões registra a predominância das rochas sedimentares, que formam o substrato principal da região.

> Engloba sequências de ambiente marinho, com sucessivas transgressões e regressões da linha de costa, gerando uma sequência de rochas detríticas, pelíticas, além de conglomerados arenitos, siltitos e folhelhos desde o Ordoviciano e finalizando com sequências continentais durante o Cenozóico. Os processos erosivos-deposicionais observados no relevo atual são resultantes da modelagem da paisagem no Quaternário, os quais devem estar associados a compartimentação geomorfológica atual" (Carmo, 2010, p.20).

Caputo (2014) enfatiza que antes dos projetos de exploração de petróleo, a sedimentação paleozoica da Amazônia era considerada contínua em toda sua extensão. Foram os trabalhos do Conselho Nacional do Petróleo (CNP) e da Petrobras, resultantes da perfuração de poços e levantamentos geofísicos, que revelaram três arcos estruturais, segmentando a bacia sedimentar em Alto, Médio e Baixo Amazonas.

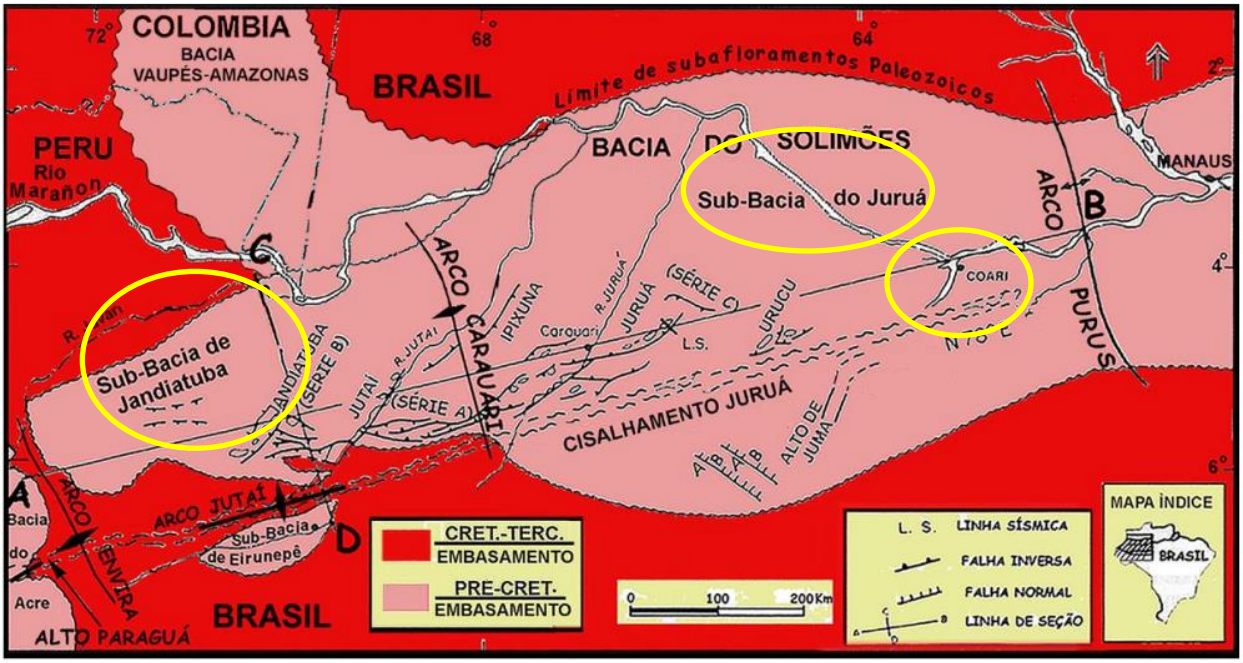
Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2015), Bacia do Alto Amazonas, como era denominada anteriormente, a Bacia do Solimões, foi estudada pela primeira vez em escala regional em 1957 por Morales a serviço da Petrobras, que apresentou uma sucessão estratigráfica, consoante Caputo (2014), na seguinte sequência, o Arco de Iquitos, separou as

[3] Depósitos aluvionares é o material retirado das margens e das vertentes, sendo levado em suspensão pelas águas dos rios que os acumulam em bancos (GUERRA, 1993).

Bacias do Acre e Solimões; e o Arco de Purus separou as Bacias do Solimões e Amazonas, anteriormente chamada de Bacia do Médio Amazonas; e o arco de Gurupá separou a Bacia do Amazonas da Bacia do Marajó, antes Baixo Amazonas. O arco que separa as Bacias do Acre e Andinas da Bacia do Solimões é o Arco Envira, formado pela Orogenia[4] Juruá (Caputo, 2013, 2014) no Neojurássico (Caputo, 2014).

A Orogenia Juruá ou Cisalhamento Solimões (Barros e Carneiro, 1991; Caputo, 2013, 2014) *apud* Caputo (2014), foi um tectonismo que se desenvolveu no fim do Jurássico e, como consequência, modelou-se falhas, dobras e blocos elevados que deformaram ambas as sub-bacias do Solimões (Jandiatuba e Juruá) (Figura 3), desde as proximidades do Alto do Purus até além da Bacia do Acre e nos países andinos (Caputo, 2014).

Figura 3: Ilustração apresentada para exemplificar a Orogenia Juruá que deformou ambas sub-bacias do Solimões.



Fonte: Retirado do Relatório publicado por Caputo (2014).

Essa área foi dividida em dois compartimentos tectônicos distintos, cujo Arco de Carauari separa na Sub-bacia do Juruá (a leste), e a Sub-bacia de Jandiatuba (a oeste), ambas sotopostas por rochas metamórficas e ígneas (SILVA *et al.*, 2003).

De acordo com Caputo (2014), na Bacia do Solimões, ao longo dessa zona de falhas transpressivas (estruturas tectônicas relacionadas à reativação de descontinuidades do

[4] Conjunto de processos que levam à formação ou rejuvenescimento de montanhas ou cadeias de montanhas produzido principalmente pelo diastrofismo, ou seja, pela deformação compressiva da litosfera continental.

embasamento), formaram-se altos transpressionais e estruturas anticlinais relacionadas às falhas inversas secundárias. Respaldado ainda mais pela presença de esporomorfos devonianos, cretáceos e cenozoicos, além de minerais de origem andina na Formação Solimões em Coari, que indicam uma proveniência de destroços Andinos (Caputo, 2014), ou seja, carregamento e deposição decorrente do processo erosivo andino.

A Formação Solimões (Caputo, Rodrigues e Vaconcelos, 1972), "é composta principalmente de argila variegada mole, cinza clara, cinza média e cinza azulada, laminada ou maciça com intercalações de lentes delgadas de linhito" (Caputo, 2014).

Recobrindo a unidade da Formação Solimões, ocorre a Formação Içá "constituída de sedimentos arenosos inconsolidados de coloração esbranquiçadas e argilitos cinza a amarelados" (Horbe *et al.,* 2007).

A caracterização morfoestrutural da região Amazônica tem contribuído na constatação de que reativações tectônicas ocorreram no Pleistoceno tardio e, até mesmo, no Holoceno, tendo influência fundamental na evolução de seus ambientes deposicionais (Bertani, 2015).

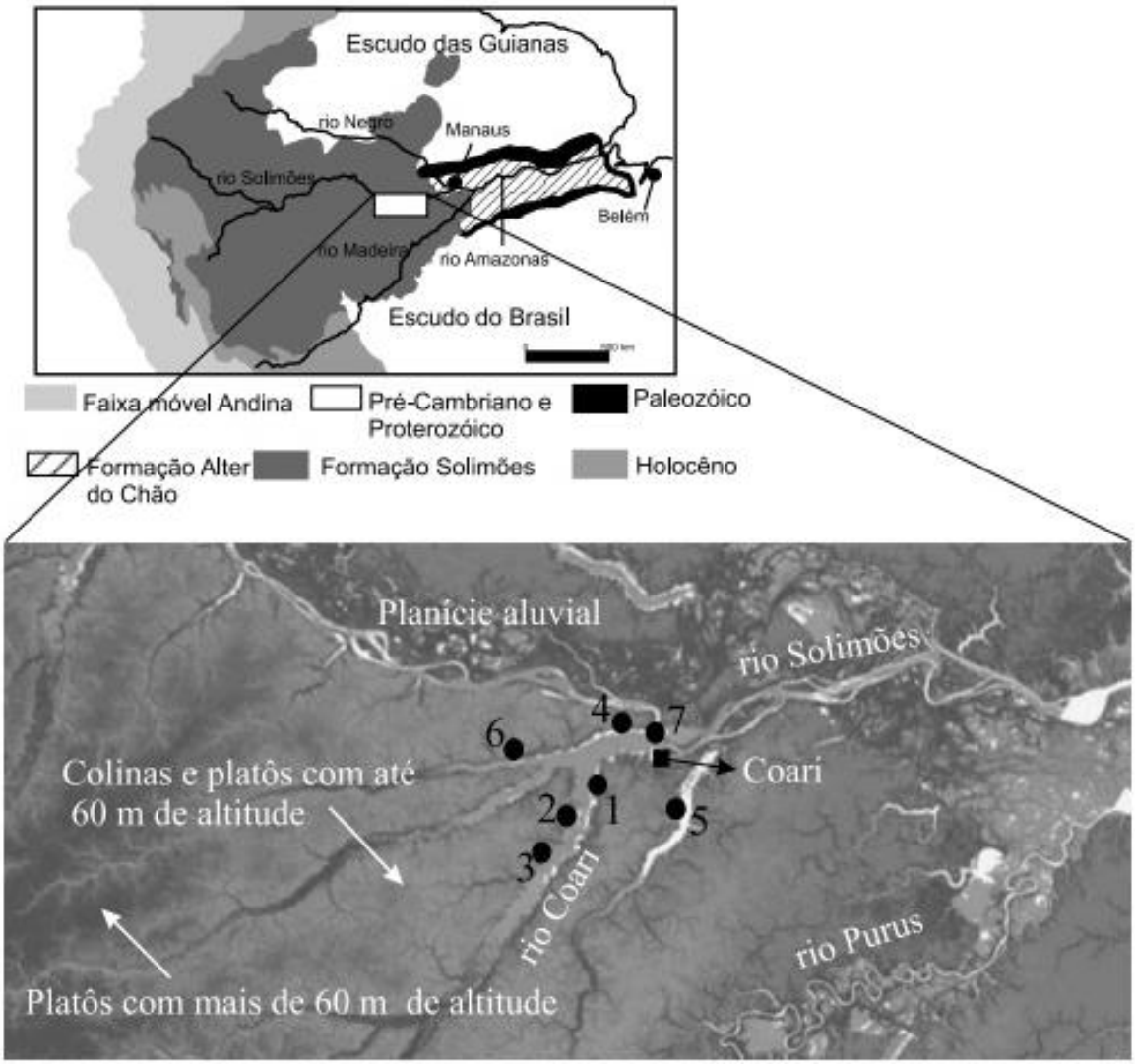
A Formação Içá, ao qual se encontra Coari, é composta por arenito, argilito, siltito e turfa. Os terraços fluviais são formados por areia, silte, argila e cascalho semi-consolidados. Enquanto os depósitos aluvionares consistem em areia, silte, argila e cascalho inconsolidados transportados pelas drenagens recentes (CPRM, 2006).

Em Coari ocorrem predominantemente três tipos de solos: o Plintossolo Háplico Distrófico, o Gleissolo Háplico Distrófico e o Alissolo Crômico Argilúvico com muita argila na parte mais profunda, onde há seu predomínio na área urbana da cidade (Oliveira, 2012).

> Em relação à geomorfologia, a cidade de Coari apresenta duas grandes unidades de relevo. Na frente da cidade, onde está situado o Porto, predominam as planícies inundáveis, formadas a partir de sedimentação do Quaternário, em que o encontro do Lago Coari com o Solimões constitui espécies de rias fluviais. Afastando-se em direção ao núcleo urbano, aparecem faixas de baixos platôs terciários, entrecortados por pequenas bacias, compondo um conjunto de faixas interfluviais. (Oliveira, 2012, p. 27).

As características geológicas dessa área foram espacializadas no mapa de localização (Figura 4), do estudo sobre a "Mineralogia e geoquímica dos perfis sobre sedimentos neógenos e quaternários da bacia do Solimões na região de Coari – AM" proposto por Horbe *et al*. (2007).

Figura 4: Mapa geológico e de localização da área de estudo sobre a "Mineralogia e geoquímica dos perfis sobre sedimentos Neógenos e quaternários da bacia do Solimões na região de Coari – AM".



Fonte: Horbe *et al.*, 2007, p. 82.

As influências geológicas e geomorfológicas incidem não apenas na caracterização e estruturas dos solos amazônicos, como também sobre sua formação hidrogeomorforlógica, pois o rio Solimões ocorre encaixado entre as rochas sedimentares da Formação do mesmo nome, resultante dos depósitos quaternários que formaram a várzea do rio, por entre escarpas mais altas, em consequência da grande quantidade de material carreado em suspensão (Horbe *et al.*, 2007).

1.1.2. Hidrologia

Na publicação sobre a "História Geológica sobre os Rios na Amazônia", Silva e Rosseti (2009) apresentam inicialmente o artigo publicado por Hilgard O'Reilly Sternberg, intitulado "Vales tectônicos na planície amazônica?" datado no ano de 1950. Sternberg conjecturou sobre o fato de que os rios da Amazônia poderiam ter seus cursos condicionados em falhas, tornando-se o marco inicial das primeiras evidências do controle tectônico nos rios da Amazônia. "Nessa linha de abordagem, vários estudos na região da Amazônia Ocidental têm demonstrado esse condicionamento dos rios às falhas geológicas modernas" (Silva e Rosseti, 2009).

Para Bertani (2015), o entendimento da evolução de vários sistemas de drenagem que compõem a bacia amazônica permanece por ser reconstituída, já que o Rio Solimões desperta interesse dada sua complexidade morfológica e morfoestrutural, sendo que, para o autor, tais características sugerem uma dinâmica fluvial intensa nos últimos estágios de evolução do seu sistema de drenagem cuja reconstituição é possível por meio da análise dos vários depósitos aluviais preservados ao longo de suas margens. O autor enfatiza ainda que essas condicionantes estruturais influenciaram na formação das "*rias*"[5] fluviais, definidas como lagos de formato alongado, originados pelo bloqueio de canais fluviais em seu baixo curso.

Por esse aspecto, há necessidade de investigação do complexo de drenagem dos tributários do sistema Solimões-Amazonas, por "apresentar uma das maiores concentrações de rias fluviais em abundância impressionante, que ainda não foi registrada em outros sistemas fluviais do globo" (Bertani, 2015).

Cortes (2020) aponta Gourou (1949), como o autor que primeiro se referiu aos trechos largos e alagados existentes nas confluências dos principais afluentes do Amazonas. O autor destaca ainda que Gourou "não deixou de considerar a possibilidade de que que a mudança do nível de base poderia ser consequência do 'levantamento do continente', apesar de sua leitura estar focada nos efeitos de variações eustáticas na formação das tais rias" (CORTES, 2020).

Estudos de Sternberg (1950) e posteriormente Tricart (1977), sugerem influências neotectônicas nas estruturas da rede de drenagem da região amazônica, no qual os rios Negro

[5] Segundo Bertani (2015), o termo ria fluvial foi originalmente definido para a região amazônica por Gourou (1949), que a caracterizou a partir da observação dos vales submersos típico da paisagem amazônica, onde descreve a invasão dos rios nos baixos vales de topografia, ao qual a água invade toda a reentrância existente naquele nível, ocupando esses vales afundados (GOUROU, 1949).

e Solimões adaptaram-se a falhas de direções NW-SE e NE-SW, além de morfologias fluviais, como curvaturas anômalas e longos trechos retilíneos (Bertani, 2015).

Silva e Rosseti (2009) relatam sobre o paleocurso do rio Solimões na região entre Coari e Anamã antes de seu curso atual:

> Na região entre Coari e Anamã, oeste de Manaus, antes de criar o lago de Coari, o rio Solimões circundava 5km mais a norte. Nesse trajeto, esse rio passava pelas desembocaduras dos rios Piorini e Badajós, ligando-se ao atual Paraná do Badajós e continuava seu percurso cerca de 30 km a sul da atual posição, em Codajás. A confluência do rio Purus com o rio Solimões se localizava cerca de 60 km (em linha reta) a montante da atual posição. Segundo o estudo, a mudança repentina do curso do rio Solimões foi devido à falha transcorrente denominada de Coari-Codajás-Anamã, na qual parte desse rio está condicionado.

Nesse sentido, entendemos que as características dos rios como Urucu, Coari e Aruã, localizados na região da Bacia do Solimões, e deságuam no lago Coari, move-se em direção orientada pelas condicionantes estruturais, determinada pelos movimentos orogênicos que consolidou os três arcos estruturais das sub-bacias já citadas anteriormente.

Na formação Juruá, próximo ao cisalhamento do mesmo nome, encontra-se o rio Urucu que “depende diretamente do regime pluvial de sua cabeceira, e seus trechos médio e baixo estão submetidos à influência do lago de Coari e da elevação do nível do Rio Solimões” (Franzini, 2008).

Essa diversidade nas formas de drenagem e da paisagem certamente implicou em modificações significativas ambientais à época (Silva e Rosseti, 2009).

Os rios da margem direita do Solimões, possuem características comuns, rios meândricos, com alternância de margens de barrancos íngremes e forte inclinação, com outras bem baixas sujeitas a inundações e consequente formações de igapós, os quais influenciam os resultados físicos e químicos de suas águas (Aguiar, 2002).

> Segundo a classificação das águas, descrita por Sioli (1984), na Amazônia encontram-se três tipos de águas superficiais, classificadas como águas claras, brancas ou pretas. Esta classificação baseia-se nas características ópticas (definidas por Wallace em 1853) associadas às características químicas dos rios e a sua área predominante de ocorrência. (Franzini, 2008, p.35)

Associado a esses sistemas de drenagens, o Rio Coari Grande tem formação resultante das desembocaduras dos seus afluentes, os rios Urucú, Coari e Aruã (Aguiar, 2002; ANA, 2012). Ao se unirem, formam a ria fluvial, localmente denominado de Lago Coari.

1.1.3. Clima

A região amazônica, por sua grande extensão territorial, possui regimes climáticos diferenciados (Alves, 2013). Tais regimes, tem na sua precipitação pluviométrica, elemento primordial a ser considerado em sua compreensão.

O comportamento médio dos elementos climáticos como radiação, temperatura, umidade do ar, ventos, precipitação e pressão atmosférica influenciam na definição do clima de uma região (Aguiar, 2002).

Esses elementos associados a fatores climáticos em escala local, como relevo, topografia, latitude entre outros, condicionam parâmetros de determinação das características climáticas, e consequentemente no ciclo hidrológico, pois influenciam nos aspectos biogeofísicos da paisagem, determinando a água acumulada na superfície e no escoamento superficial, bem como nos níveis de precipitação.

Coari possui perfil térmico com "precipitação pluvial anual igual ou superior a 2.000 mm e com médias anuais de temperatura e umidade relativa de 27°C e 84%, respectivamente" (Guilherme *et al*., 2016).

Com tipo climático Equatorial (IBGE, 2002), influenciado principalmente pelos níveis de radiação (Fisch, Marengo e Nobre, 1998), e marcado pela ausência de período seco no ano e por chuvas mais intensas entre dezembro e maio, com totais anuais da ordem de 2300 mm (Horbe *et al*., 2007).

1.1.4. Vegetação

A cobertura vegetal é do tipo floresta tropical densa (Horbe *et al.* 2007), com vegetação "composta de árvores de grande (ombrófila densa) e médio (ombrófila aberta) porte na terra firme e vegetação arbustiva (ombrófila densa aluvial) na planície fluvial" (Oliveira, 2012).

De acordo com o IBGE (2010), essa distribuição ocorre da seguinte forma: floresta ombrófila densa, que se localiza fora da área de várzea; floresta ombrófila aberta aluvial, geralmente identificadas ao longo dos cursos de rios e ilhas; enquanto as floresta ombrófila aberta das terras baixas, encontram-se em baixos platôs e vales de sedimentação terciária; já

a floresta ombrófila densa aluvial, ocupa as planícies de inundação e os terraços, conhecida como mata de várzea.

Aguiar (2002), apresenta a classificação genérica com a seguinte tipologia:

- Floresta densa de terra firme sobre o relevo plano;
- Floresta densa de terra firme sobre o relevo ondulado;
- Floresta do tipo misto, ciliares de água preta, sazonalmente inundáveis (igapós);
- Floresta aberta sobre o relevo baixo mal drenado (mata de baixio);
- Floresta mistas ciliares de água barrenta periodicamente alagáveis (mata de várzea);
- Pequenos mosaicos vegetais pouco definidos.

Classificam-se elevado ecossistema florestal amazônico, encontrando uma floresta de terra firme sobre relevo plano, vegetação com dossel contínuo e fechado heterogêneo com estrato baixo ou sub-bosque constituídos por arbustos, palmeiras e plântulas, com serrapilheira densa e espessa; já seu estrato médio possui em sua maioria árvores com troncos e galhos muito retos, finos e altos onde hospedam ocasionalmente, epífitas das família *Bromeliaceae, araceae e cyclanthaceae;* o estrato do alto dossel, possui árvores mais altas com densidade elevada impedindo a luz do sol chegar aos níveis inferiores, de espécies mais representativas como, a fava (*Parkia sp.*), angelim pedra (*Dinizia excelsa*), abiurana (*Pouteria sp*.), mata-matá (*Eschweilera sp.*) (Aguiar, 2002).

A floresta de terra firme sobre o relevo ondulado, diferenciando-se da de relevo aplainado, por possuir clareiras em decorrência de seu dossel mais aberto, tem seu sub-bosque mais fechado, o tipo de vegetação que permite uma drenagem mais eficiente, por haver uma maior rede de igarapés. Em seus estratos há grande diversidade de tipologias relacionadas aos níveis ao qual estão distribuídas.

De acordo com Aguiar (2002), temos a seguinte dispersão: no baixo estrato há uma grande quantidade de palmeiras ubim (*Lepidocaryum sp*.), serrapilheira espessas principalmente em áreas de declive, as plantas e árvores jovens esparsas e em grande números sob as clareiras; no estrato médio destaca-se as palmeiras como bacaba (*Oenocarpus bacaba*) e patauá (*Oenocarpus sp.a*); no estrato alto encontram-se grandes árvores das

espécie visgueiro (*Parkia pendula*), castanheira (*Bertholletia excelsa*), angelim-da-mata (*Dinisia excelsa*), mata-matá (*Eschweilera sp.*) e amapá (*Brosimum rubescens*).

Nas florestas de igapós são comunidades vegetais de grande importância para a fauna aquática, tanto pela alimentação produzida, como pelo refúgio oferecido. A madeira também tem grande tem sua importância na produção de móveis e carvão.

A mata de baixio que ocorre em terrenos planos e baixos:

> (...) com drenagem deficiente e com formação de poças d'águas causadas por intensas chuvas e acúmulo de matéria orgânica.
> Fisionomicamente apresenta-se aberta, provavelmente devido à dinâmica de seus processos de sucessão, cujas evidências estão no grande número de árvores mortas e em decomposição que propiciam o rápido fechamento das clareiras.
> Nesse tipo de floresta observa-se que as árvores são finas e melhor se desenvolvem nas áreas mais altas do baixio. Os troncos são finos e longos, as copas apresentam grande desenvolvimento vertical e horizontalmente são bem modestas. (Aguiar, 2002, p.16).

Ao reunir todos os aspectos ligados aos componentes físicos-naturais de Coari, entendemos esse arranjo complexo, que influencia diretamente na configuração da paisagem. Observamos que sua estruturação é resultante de processos morfotectônicos, morfogenéticos, pedogenéticos e sequenciais de sistemas interligados. Não obstante, há uma outra contribuição na formação da paisagem, e essa resulta de um sistema muito mais complexos ao qual advém da apropriação da terra, o que configura um tipo relevo com interface antropogênica, que culmina talvez a uma 'filosofia da paisagem'[6] pela inserção do homem na transformação do espaço geográfico.

E, por esse viés, apresentamos a seguir as argumentações propostas para compreendemos as transformações imputadas por essa apropriação da terra e suas influências nas Bacias Hidrográficas da área urbana do município, especificamente os igarapés Espírito Santo, Pêra e Bucuará.

---

[6] Argumentação complexa proposta por Georg Simmel em sua obra *Philosophie der Landschaft (*Filosofia da Paisagem, 1913), onde o autor converte a paisagem em uma discussão filosófica ao relacionar as impressões anímicas (diz respeito à alma ou espírito) do observador em relação ao objeto e suas impressões e representações, destituindo de uma mera visualidade ou conjunto de formas. Não obstante a paisagem é uma possibilidade de cristalizar/paralisar, momentaneamente, a dinâmica da ordem-desordem natural para provocar a razão diante do sublime inexplicável, contudo, nada é imutável, portanto, o que se chama de história natural não é nada mais nada menos do que projeção da razão no decurso do tempo-espaço-natureza, e desse modo, o antropomorfismo, antes do antropocentrismo, surge como estratégia para autoproteção contra o desconhecimento e incapacidade de entender a totalidade do mundo (Paisagem como dimensão da existência. In: SOUZA, R.J. Paisagem e Socionatureza: olhares geográfico-filosóficos [online]. Chapecó: Editora UFFS, 2018, pp. 72-100.

CAPÍTULO 2 – REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. CONSTRUÇÃO DO REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO.

O Rio Coari recebe todas as águas advindas dos igarapés que cortam a cidade, portanto pode ser considerado o canal exutório dessas bacias hidrográficas, a partir da escala de análise que se observa (Figura 5). Esses tributários urbanos vertem suas águas do interior do município, carregando todos os tipos de sedimentos neles despejados. Por se tratar de uma foz afogada, ou seja, bloqueado pelo canal fluvial principal, torna-se "depósito" de disposição de resíduos jogados em suas margens, e no período de estiagem, ficam à mostra uma série de problemas em seu Sistema Ambiental decorrentes desse contexto.

Figura 5: A cidade de Coari; a) Foz da Bacia do Igarapé Espírito Santo; b) Foz da Bacia do Igarapé Pêra; c) Rio Coari; d) Lago Coari; e) Rio Solimões.

Fonte: Davy Rabelo. Registro de campo, maio de 2023.

Para identificar as consequências desse problema macro, é necessário realizar uma análise espacial mais pontual, pois, ao drenarem suas águas no rio Coari, os igarapés contribuem também com o agravamento de problemas ambientais, pela considerável quantidade de rejeitos despejados, que para além da poluição visual, segue a consequente possível contaminação.

Os igarapés Espírito Santo, Pêra e Bucuará acompanham as transformações urbanas da cidade, configurando grande importância no testemunho dos fatos ocorridos na composição da paisagem atual. Esta registra no percurso das margens de suas redes hídricas, a estruturação urbana deficiente no aspecto do habitar, bem como na conservação ambiental. Observamos que a relação entre a sociedade e a água se estabeleceu de forma pouco harmoniosa, já que é possível ver a indiferença em sua infraestrutura, tanto por parte do poder público, como também da população residente. Cada um em suas divergentes perspectivas.

A expectativa de exploração do gás na década de 1980, motivou moradores das áreas ribeirinhas do município de Coari a dirigir seu fluxo migratório para a sede (Pereira, 2016), refletindo no crescimento populacional de maneira intensificada. Entre os anos de 1996 a 1999, a construção do Terminal Solimões (TESOL), e a própria construção do Gasoduto, contribuiu para ocupações e surgimentos de vários bairros em suas periferias.

Ao contextualizar o que propomos nesse estudo, estabelecemos os aspectos teóricos de suas abordagens. Nesse sentido, os geógrafos contemporâneos abarcam em suas investigações a análise contextual de espaços antropizados para compreensão das alterações dos aspectos físicos, por entender que os objetos da ciência geográfica são complexos justamente pela própria interferência humana marcada no bojo de suas modificações estruturais. Destarte, o conceito de Geossistema permitiu redirecionar a abrangência da geografia física definida como muito setorial na análise dos fenômenos.

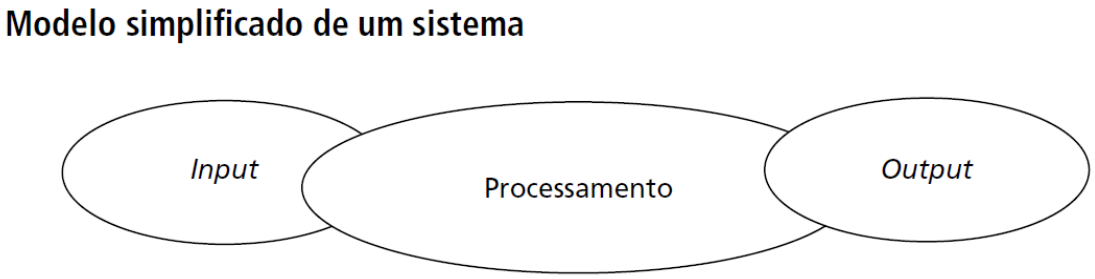
2.1.1. O Geossistema como suporte na dialética dos sistemas ambientais e sua relação com a análise das transformações antrópicas das bacias hidrográficas.

A Teoria Geossistêmica foi inspirada a partir da Teoria Geral dos Sistemas (TGS) de Ludwig Von Bertalanffy apresentada em 1937, durante o seminário de Filosofia de Charles Morris, na Universidade de Chicago. Em síntese, a proposta apresentada pela TGS propõe que os sistemas podem ser definidos como conjuntos de elementos com variáveis e características diversas, que mantêm relações entre si e entre o meio ambiente[7] (Oliveira e Marques Neto, 2020). Nesse sentido, meio ambiente é percebido como um sistema aberto mantendo relações interdependente.

[7] Entendido como dimensão natural e social, de forma conjunta e integrada dos meios físicos, biológicos e objetos técnicos humanos incorporando o entendimento de espaço geográfico (CANDIOTTO, 2013).

Assim, em um modelo simplificado de sistema aberto (Figura 6), a entrada (*input*) refere-se à inserção de energia para ser processada e transformada em nova forma de energia, ou seja, a saída (*output*), para novamente reiniciar um novo ciclo.

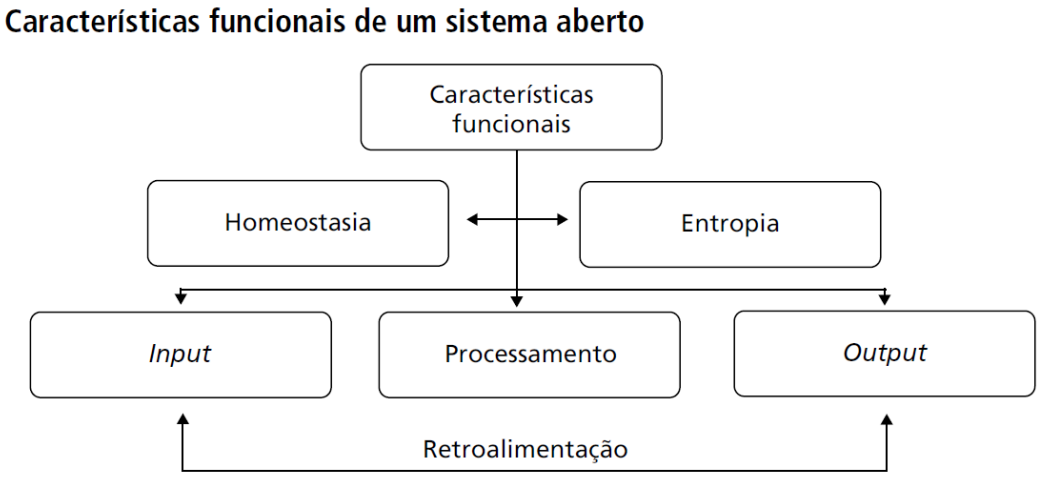
Figura 6: Modelo simplificado de sistema aberto e seu processamento de interação.



Fonte: Sustentabilidade ambiental no Brasil: biodiversidade, economia e bem-estar humano do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2010.

Contudo, a complexidade que envolve um sistema aberto (Figura 7), necessita de mecanismo de análise de equilíbrio e de sua perenidade no tempo (IPEA, 2010, p.18). Portanto, nessa análise a entropia é fundamental para compreender o desgaste e a manutenção da vida, assim como a homeostase entendido como um conjunto de elementos autorreguladores que permitem manter o estado de equilíbrio do meio ambiente. Quando o *feedback* de um sistema é interrompido, o equilíbrio desaparece e a entropia domina seus mecanismos de retroalimentação, conduzindo-o ao perecimento (IPEA, 2010).

Figura 7: Fluxo de um sistema aberto com suas funções voltadas ao processo de equilíbrio.



Fonte: Sustentabilidade ambiental no Brasil: biodiversidade, economia e bem-estar humano do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2010.

Ross (1995); Rosolém e Archela, (2010), enfatizam a teoria de sistemas como um sistema aberto, que permite identificar um sistema maior ou menor, posto que, a partir dos fluxos de matéria e energia, espontâneos ou ativados pela ação antrópica, são regidos pela lei da física e da química, no qual definem a funcionalidade dinâmica (estável) ou desequilíbrio temporário (instável), mas que se sobrepõem as intervenções humanas.

Considerada interdisciplinar, isto é, pode ser usada para fenômenos investigados nos diversos ramos tradicionais da pesquisa científica. A TGS, não se limita aos sistemas materiais, por sua capacidade em ser aplicada ao todo constituído por componentes em interação, tendo por fim identificar as propriedades, princípios e leis característicos dos sistemas em geral, independentemente do tipo de cada um, da natureza de seus elementos componentes e das relações ou forças entre eles (Moraes *et al.*, 2019).

A partir desse entendimento, verifica-se que a diferença de um sistema e outro é a intensidade nos fluxos e a intensidade da dinâmica das trocas de energia e matéria, da atmosfera, hidrosfera, litosfera e a biosfera, incluindo também a sociedade que interferem de alguma forma na funcionalidade de um sistema (Rosolém e Archela, 2010).

Dessa forma, a contribuição da TGS à Geografia se estabeleceu na configuração do Geossistema, e deu origem a diversas sistematizações de padrões conceituais, que perpassam pela geomorfologia, hidrologia, sistemas socioeconômicos, sistemas urbanos, sistemas ambientais físicos.

Essas relações, partem de um diálogo socioambiental que permeia a relação sociedade/natureza, como a “relação entre objetos e ações, entre o material e o imaterial, entre o concreto (objetos técnicos/tecnosfera) e o simbólico (representações sociais/psicosfera)” (Candiotto, 2013).

Christofoletti (2004), em sua abordagem acerca dos sistemas dinâmicos, remete a uma teoria cujos conceitos e técnicas são aplicadas a uma ampla faixa de fenômenos, sendo classificado como simples e complexos. Onde os sistemas simples são compostos por conjunto de componentes que interagem conjuntamente conforme determinadas leis (Christofoletti 1999 *apud* Christofoletti 2004). Nesse caso, a previsão dos resultados das variáveis de causa e efeito podem ser precisos, pela capacidade de inserção das interações mecanicistas newtonianas.

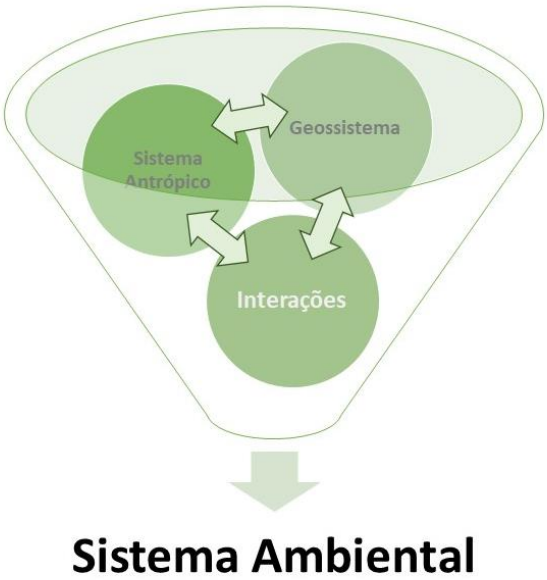
E, os sistemas complexos são um conjunto de grande quantidade de elementos interligados, com capacidade de troca de informações com seu entorno condicionante,

possuindo também a capacidade de adaptar sua estrutura interna como consequência dessas interações (Christofoletti, 2004).

Assim, a Geografia sendo uma ciência que estuda as organizações espaciais, também "engloba a complexidade e analisa a estruturação, o funcionamento e a dinâmica dos elementos do Geossistema" (Christofoletti, 2004).

Portanto, as interações entre as partes que envolvem os meios naturais, seus fluxos de matéria e energia, para ser apreendida pelo todo, parte da compreensão do funcionamento formado pelo subsistema físico/natural (Geossistema), da mesma forma, se apreende a abrangência das atividades e manifestações humanas, como população, urbanização, industrialização, agricultura e mineração, entre outras pelo entendimento do subsistema Antrópico. E, o conjunto que incorpora esses subsistemas, bem como suas complexidades e interações, caracteriza-se como Sistema Ambiental (Figura 8) (Amorim, 2012).

Figura 8: Sistema Ambiental como interação das organizações espaciais, fruto das relações entre os Geossistema.



Fonte: Organizado por Giselane Campos, 2022.

Por sua concepção, o termo Geossistema reflete a análise de abordagem que envolve a totalidade na compreensão da produção do espaço, objeto da Geografia, relacionando sua contextualização dos fenômenos físicos associado aos fenômenos humanos.

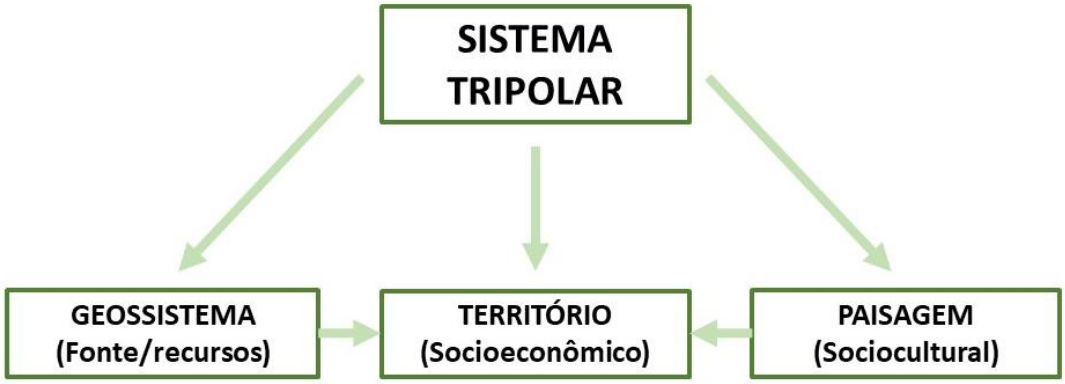
Elaborada inicialmente por Victor Sotchava, Geossistema surgiu na escola russo-soviética, remetendo a discussão por meio da análise associada aos sistemas territoriais

naturais, que no contexto geográfico, são constituídos de componentes naturais intercondicionados e interrelacionados no tempo e no espaço (Oliveira e Marques Neto, 2020), como parte de um todo, que possui sua estrutura influenciada pelos fatores, social e econômico.

Na França, Georges Bertrand apresentou o conceito de Geossistema baseado no modelo proposto por Sotchava, incorporando a ele a dimensão da ação antrópica. “Sendo assim uma categoria espacial de componentes relativamente homogêneos, cuja dinâmica resulta da interação entre o potencial ecológico, a exploração biológica e a ação antrópica” (Rosolém e Archela, 2010).

Bertrand posteriormente verifica a necessidade de tornar o modelo geossistêmico ainda mais abrangente, dessa forma, a análise das unidades de paisagem, resultantes da combinação local dos fatores que atuam na respectiva área de estudo, parte da abordagem geográfica transversal e de travessias, isto é uma análise diagonal, holística, dialética e articulada (Rosolém e Archela, 2010). Essas novas percepções, foram influenciadas por outras correntes de pensamento, tais como Crítica e Cultural, e ao serem repensados pelo autor ganham novos atributos que são os conceitos de Território e Paisagem, configurando o Sistema GTP (Geossistema, Território e Paisagem) (Figura 9).

Figura 9: Representação do sistema tripolar proposto por Bertrand, 1997.



Fonte: adaptado de Rosolém e Archela, 2010. Organizado: Giselane Campos, 2022.

Por essa análise é possível avaliar formas complexas de formação dos ambientes físicos, em três espaços e três tempos simultâneos, já que o meio ambiente geográfico na sua globalidade, se modifica e/ou se transfigura constantemente ao longo do tempo; enquanto

que o tempo dos funcionamentos físico-químicos e biológicos é inversamente proporcional ao tempo do social e do econômico e ao tempo do simbólico (Suertegaray, 2010).

Seguindo essa lógica, preconiza-se a ideia de que o Geossistema representaria o natural (fonte), o Território, os aspectos socioeconômicos (recurso) e a Paisagem sociocultural (identidade) (Oliveira e Marques Neto, 2020). Buscando superar a falsa separação entre natureza e sociedade há muito discutido na ciência geográfica. Verifica-se, portanto, que o debate ambiental contemporâneo, necessita analisar a dimensão natural e a dimensão social de forma conjunta e integrada.

Amorim (2012), argumenta que para Sotchava (1977), o Geossistema seria definido por "formações naturais" que obedecem à dinâmica dos fluxos de matéria e energia, conectado aos sistemas abertos que, em consequência da ação antrópica, ficam passíveis de sofrer alterações na sua funcionalidade, estrutura e organização.

Os conceitos sobre Geossistema de Bertrand e Sotchava, se diferenciam por meio da classificação das unidades de paisagem, uma vez que a Escola Russa utiliza como atributo as formações biogeográficas, ao passo que a Escola Francesa utiliza a Geomorfologia (Marques Neto, 2008). Para:

> Sotchava (1977) os Geossistemas definiriam o objeto de estudo da Geografia Física, constituindo de elementos do meio natural, que podem sofrer alterações na sua funcionalidade, estrutura e organização em decorrência da ação antrópica, Bertrand (1971) considera a ação antrópica como um integrante dos Geossistemas (Amorim, 2012, p.90).

Viktor Sotchava ao fundamentar o conceito de Geossistema, propõe novas discussões no âmbito dos estudos da geografia física, principalmente a respeito da análise da paisagem. Sua concepção "corresponde ao termo biogeocenose[8], ou área homogênea elementar" (Marques Neto, 2008).

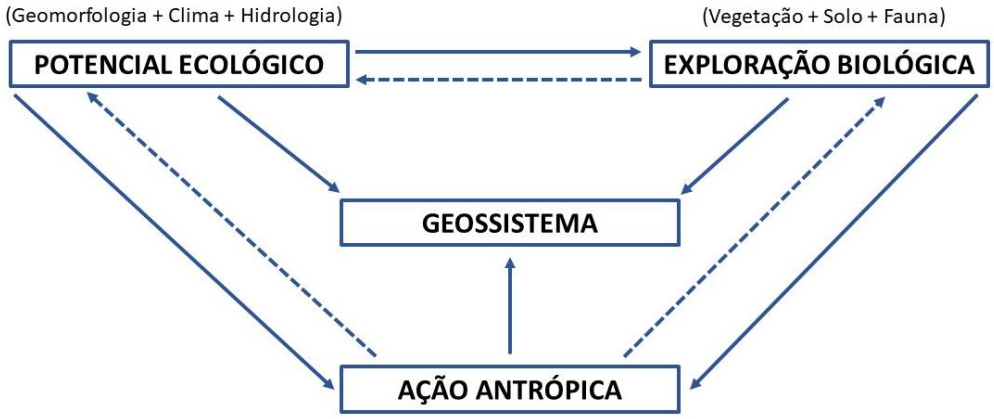
Propunha assim, uma dinâmica na natureza compreendida principalmente pelas conexões entre seus componentes, não apenas restringindo-se à morfologia da paisagem e às suas subdivisões, mas priorizando a análise de sua dinâmica, sua estrutura funcional e suas conexões (Amorim, 2012).

Segundo Rodríguez e Silva (2005) a abordagem sistêmica possui sobretudo uma fundamentação dialética sobre a sociedade e natureza, onde suas complexas interações são

[8] Termo usado por Sukatshev e sinônimo de ecossistema proposto por Duvigneau (1980) que afirma que todo o espaço da superfície terrestre, a biocenose que lhe corresponde, assim como, as partes da atmosfera, da hidrosfera, da litosfera e da pedosfera que lhe são associadas e que interagem entre si, formam um complexo único, vindo a ser o mesmo conceito de Ecossistema definido por Transley (1935). (J FOURNIER. Relações entre geografia e natureza. RAEGA - O Espaço Geográfico em Análise, v.5, 2001).

congruentes e integram os sistemas que compõem o meio ambiente (figura 12), ou seja, o Sistema Ambiental já citado. Portanto, "*distinguiéndose asi las siguientes variantes; geosistemas naturales, geosistemas económicos, antropogeosistemas*" (Rodriguez e Silva, 2005).

Figura 10: Modelo do Geossistema.



Fonte: adaptado de Rosolém e Archela, 2010. Organizado: Giselane Campos, 2022.

Dessa forma, respalda-se a afirmativa de Christofoletti (2004), onde atribui que a teoria sistêmica de Bertalanffy foi estendida aos domínios da Geografia Física, designando uma categoria de sistemas abertos, hierarquicamente organizados e que estabelecem conexões com a esfera socioeconômica.

Foi criado a partir desse entendimento, a relação do conceito de Geossistema na colaboração dos estudos de sobre meio ambiente, por estabelecer uma base teórica e metodológica relacional com os Sistemas Ambientais.

Essa visão dialética da interrelação Sociedade/Natureza, considera que a unidade da Natureza, e da Sociedade, se manifestam na relação geral dos fenômenos e processos, e em todas as formas de movimento da matéria que se desenvolvem no espaço e tempo (Rodriguez e Silva, 2005).

Dessa maneira, a visão da inter-relação Sociedade/Natureza é considerada em sua unidade e em sua contradição. Já que os níveis de antropização devem ser estudados de forma integrada, visto que os Geossistemas e os Sistemas Antrópicos apresentam leis e dinâmicas próprias.

> Ambos mantêm um funcionamento parcialmente independente, e também um funcionamento dependente um do outro, ou seja, mesmo a natureza apresentando suas leis e dinâmica própria, esta pode sofrer alterações em decorrência da ação antrópica, como, por exemplo, alterações nos níveis pluviométricos e alterações na temperatura, como consequência do desmatamento. Do mesmo modo os Sistemas Antrópicos sofrem interferência das leis da natureza, como, por exemplo, a restrição na produção de energia hidráulica no Brasil, no entre os anos de 2001 e 2002, em decorrência das estiagens que diminuíram o nível de armazenamento de água nas barragens (Amorim, 2012, p.90).

Correlacionando a perspectiva de que a interação de Geossistema com Sistema Antrópico produzem uma abordagem que recai sobre o entendimento do Sistema Ambiental Urbano, parte-se daqui a análise dos Igarapés Espírito Santo, Pêra e Bucuará como os cenários de ordem natural (Geossistema), e suas alterações impostas pelo uso e ocupação promovidos pela expansão urbana, assim como, o cenário econômico, como vetor analítico dos aspectos ligados aos Sistemas Antrópicos. E a relação que se estabelece por meio dessa interação, incidem sobre a paisagem presente e as alterações ocorridas em seu cerne estrutural, que configuram sua identidade atual, e, portanto, ligados aos Sistemas Ambientais, que no contexto da Geografia, refere-se às organizações espaciais, fruto de uma dialética da relação Sociedade e Natureza, que possuem suas leis naturais e também sociais dentro desse contexto.

Por conseguinte, as leis da Natureza não podem ser liquidadas pela sociedade, mas dependendo das condições históricas podem mudar a forma como se manifestam (Rodriguez e Silva, 2005).

Nesse caso, buscou-se a compreensão da organização e das transformações do espaço geográfico que envolvem as Bacias Hidrográficas dos Igarapés urbanos da cidade, visto que, as ações humanas pelo adensamento populacional se processaram muito mais rápido e intenso que o Sistema Natural.

Por esse aspecto, entende-se que a análise hidrogeomorfológica dos estudos acerca das alterações hídricas de redes hidrográficas, localizadas principalmente em áreas urbanas, se concretiza no processo de trabalho. Que de acordo com Rodriguez e Silva (2005), sem o trabalho, a troca de substâncias entre Natureza e Sociedade não é possível e, portanto, consequentemente, a própria vida humana não seria possível.

Contudo, as alterações antropogênicas são intensificadas pelo uso e ocupação da terra, decorrente dessas mesmas relações de trabalho, pela necessidade de habitação e demais fins. E, a alteração da paisagem antes natural, torna-se antropizada pela dinâmica cotidiana e pelo

modo de vida urbano. No que tange as bacias hidrográficas, suas mudanças acabam por descaracterizar ou caracterizar o funcionamento de seus sistemas.

2.1.2. A hidrogeomorfologia na investigação das configurações evolutivas da paisagem fluvial.

Como campo de análise de processos fluviais, a Geomorfologia Fluvial abre caminhos para compreensão das várias dimensões envolvidas na estruturação espacial dos cursos d'água e redes hidrográficas, assim como em sua dinâmica espaço-temporal (Magalhães Junior e Barros, 2020).

Os procedimentos empíricos para o acesso a água, antecederam ao tratamento teórico-matemático desenvolvidos pela ciência hidrológica, influenciados pela necessidade de desenvolver a própria vida em assentamentos, já estruturados num formato comum aos seres humanos. Mesmo sob uma visão pouco sistemática, a percepção de um ciclo de alimentação dos rios, permitiram as primeiras especulações acerca dos fenômenos hidrológicos (Steavoux e Latrubesse, 2017).

Segundo Goerl*,* Kobiyama e Santos (2012), a Geomorfologia Fluvial contribuiu com o estudo das águas correntes, com ênfase em rios, córregos e canais, ou seja, com a parte terrestre do ciclo hidrológico, evolução da bacia hidrográfica e seus processos fluviais correlatos. Por sua influência no entendimento dos ciclos hidrológicos e sua dinâmica dentro deste processo, que se atribuiu a Scheidegger (1973) a introdução do termo hidrogeomorfologia (geomorfologia + hidrologia).

De acordo com Magalhães Junior e Barros (2020), Babar (2005) conceituou hidrogeomorfologia como sendo o termo "hidro" para água tanto superficial como subterrânea, e "geo" na representação das formas terrestres, indicando que a hidrogeomorfologia trata dos aspectos geográficos, geológicos e hidrológicos dos corpos hídricos, estas associadas às mudanças no relevo, são resposta a variações de eventos consequentes de causas naturais e humanas.

Portanto, o uso do termo hidrogeomorfologia está atrelado ao campo do conhecimento acerca das formas geradas pela ação da água. E, para além dessa dinâmica, possui interfaces com a organização espacial das sociedades humanas, na qual atua por meio dos Sistemas Ambientais.

"A partir da década de 90 a Hidrogeomorfologia recebeu uma maior notoriedade e, a partir do ano 2000, tornou-se um tema recorrente e de maior evidência nos periódicos" (Goerl, Kobiyama e Santos, 2012). Isso porque oferece suporte para estudar a evolução das paisagens fluviais, possibilita entender seus processos formativos, bem como prever cenários futuros.

Kobiyama, Campagnolo e Goerl (2021) fez uma análise da abrangência do conceito de hidrogeomorfologia, avaliando sua aplicabilidade na construção de barragens de SABO[9], e ressalta a necessidade de uma disciplina independente nos cursos de graduação e pós-graduação de Geografia, Geologia e Engenharias, visto que envolvem conhecimentos interdisciplinares, que abarcam o conteúdo de hidrologia, hidráulica fluvial, pedologia, mecânica do solo e geomorfologia. Para os autores, a compreensão do alcance da hidrogeomorfologia apoiaria a "gestão integrada de desastres naturais, recursos hídricos, meio ambiente, entre outros, melhorando assim a qualidade de vida e bem-estar social." (Kobiyama, Campagnolo e Goerl, 2021).

Esse aspecto multidisciplinar, segundo Magalhães Junior e Barros (2020), proporciona aplicação nas pesquisas hidrogeomorfológicas em zonas que poderão ser superficiais ou subterrâneas, e nesse entendimento, é possível aplicar na gestão das águas, avaliação dos recursos hídricos, e na compreensão da dinâmica das bacias hidrográficas e seu escoamento sedimentar. Visto que, por meio do entendimento do comportamento de uma bacia hidrográfica, sob a influência do clima e sua composição geológica, é possível, associar de forma simples estudos de outras Bacias que estão submetidas às mesmas condições.

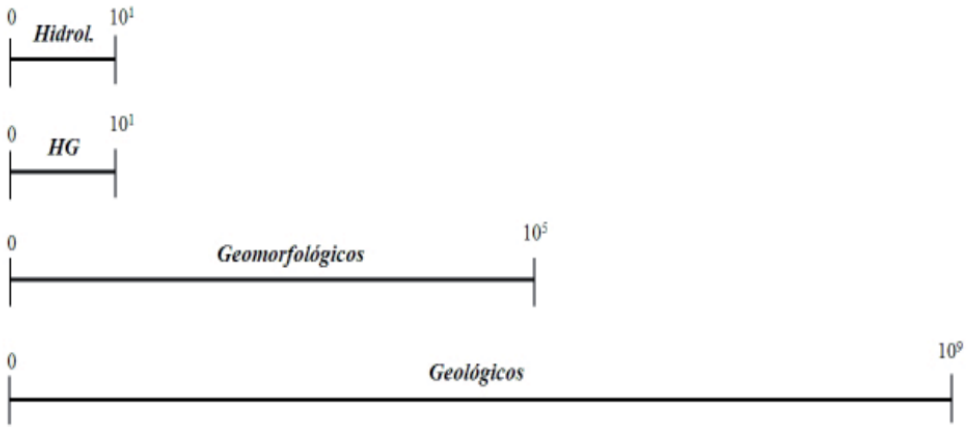
Com relação a influência de modelação da paisagem pela interação dos processos hídricos e geomorfológicos Okunishi (1991, 1994) citado por Goerl, Kobiyama e Santos (2012), propôs uma escala temporal entre os processos hidrogeomorfológicos, geomorfológicos e geológicos. Nesta escala, os processos hidrológicos e os geomorfológicos interagem simultaneamente. Assim, Goerl Goerl, Kobiyama e Santos (2012), modificando a escala apresentada por Okunishi (1994), propôs que a temporalidade dos:

> [...] processos hidrogeomorfológicos (HG) e hidrológicos (H) ocorrem em até 10^1 anos. Os processos geomorfológicos ocorrem em até 10^5 anos. Já os processos geológicos podem ocorrer em qualquer escala temporal, como um terremoto (segundos) ou a formação de um continente (milhões de anos). (*Goerl, Kobiyama e Santos*, 2012, p. 105-106).

[9] A tradução direta do termo japonês 砂防 (SABO) é "proteção de areia". No Japão, o trabalho do SABO atualmente corresponde à implementação e manutenção de sistemas de proteção para áreas montanhosas, com ênfase em desastres relacionados a sedimentos. (*Kobiyama, Campagnolo; Goerl*, 2021, p.8)

O exemplo dessa escala temporal dos processos hidrológicos (H), hidrogeomorfológicos (HG), geomorfológicos e geológicos foi ilustrado por Goerl, Kobiyama e Santos (2012), conforme a figura abaixo:

Figura 11: Exemplo da escala temporal dos processos hidrológicos, hidrogeomorfológicos, geomorfológico e geológicos.



Fonte: Retirado de Goerl, Kobiyama e Santos, 2012, p.106.

Ao identificar essa interação entre os processos hidrológicos e geomorfológicos em diferentes escalas temporais e espaciais na transformação da dinâmica das paisagens Goerl, Kobiyama e Santos (2012), enfatizaram que a Hidrogeomorfologia é um processo hidrológico que propicia a modificação, evolução ou formação de uma feição que por sua vez condiciona a intensidade, magnitude e duração do processo hidrológico.

Ainda de acordo com os autores, as contribuições mais importantes da hidrogeomorfologia são possivelmente os estudos dos conjuntos dos processos hidrológicos e geomorfológicos em nível de bacia, pois a avaliação destes processos em escalas temporais e espaciais correlatas permite levantar questões relevantes para a sua explicação e contribuir para a gestão da bacia (Goerl, Kobiyama e Santos, 2012).

Logo, compreender os eventos de um sistema fluvial auxilia com subsídios do entendimento de seus processos não apenas presentes, como também passados que ocorreram ao longo do tempo, já que esses sistemas são controlados por variáveis internas e externa e são necessários agregar e relacionar seu conjunto de processos e suas condicionantes que configuram a dinâmica espaço-temporal.

Magalhães Junior e Barros (2020), ponderam que atualmente, pesquisas na área da Hidrogeomorfologia se aplicam na explicação da paisagem, suas formas e evolução, bem como têm se desenvolvido em relação às condições hidrológicas. Entendem também que a Geomorfologia Fluvial como campo da Hidrogeomorfologia ganhou espaço partir dos anos de 1990, com os avanços metodológicos e tecnológicos nos campos da geotecnologia e geocronologia, o que contribuiu para o aprimoramento e expansão dos horizontes da Geomorfologia Fluvial ao gerar aproximação de outras áreas do conhecimento.

Ressalta-se nesse contexto, a evolução das Geociências, com uso das técnicas de Sensoriamento Remoto na análise de transformações morfológicas fluviais, de alterações na rede de drenagem e a aplicação de modelagem hidrossedimentológicas como importantes abordagens para Geomorfologia Fluvial do Tecnógeno, visto que, abarca o período recente do homem como "agente geológico-geomorfológico na transformação da superfície terrestre" (Magalhães Júnior e Barros, 2020, p.13). Para tanto, as técnicas com apoio das tecnologias foram fundamentais para entender esse processo.

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) fornecem uma visão abrangente dos possíveis problemas gerados em uma determinada área de estudo, facilitam também a implementação de estratégias que podem auxiliar na gestão e estimar os parâmetros que podem ser utilizados na análise hidrogeomorfológica.

2.1.3. A geotecnologia como suporte para análise espacial e compreensão das alterações hidrogeomorfológicas nas bacias hidrográficas.

O uso das geotecnologias na atualidade é considerado de extrema importância para localização, monitoramento e tomada de decisão em diversas áreas do conhecimento. No uso para estudos de bacias hidrográficas, se tornou elemento fundamental na gestão e acompanhamento e identificação das alterações hídricas entre outras utilizações.

Pina (1994) *apud* Perehouskei *et al* (2015), define que os SIG são sistemas computacionais, utilizados para a compreensão de fatos e fenômenos que ocorrem no espaço geográfico. Ao utilizar um SIG, cada especialista de sua área transforma conceitos de sua disciplina em representações computacionais (Câmara e Davis, 2001), traduzindo os dados de estudo em representações georreferenciadas.

Esses recursos tecnológicos são compostos por soluções em *hardware* e *software* que, juntas, funcionam como poderosas ferramentas para o auxílio no processo de tomada de

decisão. Para tanto, é necessário associar o material de análise espacial coletado às estratégias de visualização por meio das tecnologias informacionais.

Câmara e Davis (2001), apresentam os campos de visão em SIG, que não se limitam a sistemas de Geoprocessamento, mas representa uma perspectiva unificadora aos problemas de Computação Gráfica e Processamento de Imagens, baseando-se no paradigma dos quatro universos, que permite equacionar os problemas das áreas distintas:

• O universo do mundo real - encontram-se os fenômenos a serem representados (tipos de solo, cadastro urbano e rural, dados geofísicos e topográficos);

• O universo conceitual (matemático) – são constituídos dos dados geográficos (dados contínuos e objetos individualizáveis) representados em classes nos tipos de dados geográficos (dados temáticos e cadastrais, modelos numéricos de terreno, dados de sensoriamento remoto);

• O universo de representação - entidades formais associadas a diferentes representações geométricas, que podem variar conforme a escala e a projeção cartográfica escolhida e a época de aquisição do dado;

• O universo de implementação - é onde ocorre a realização do modelo de dados através de linguagens de programação, para implementar as geometrias do universo de representação.

Na análise dos Sistemas Ambientais, auxiliam na representação das evoluções dos ambientes. Assim, os SIG mostram e analisam a territorialidade dos fenômenos representados por meio de um conjunto de técnicas computacionais em sua base de dados georreferenciados, para transformá-los em informações perceptíveis sobre o ambiente representado (Xavier da Silva, 2001).

Dentre os diferentes tipos de geotecnologias, podemos destacar além dos SIG, a Cartografia Digital, o Sensoriamento Remoto e os Sistemas de Posicionamento Global (GPS) como principais ferramentas no uso da representação espacial.

Essas diferentes ferramentas e associação das mesmas, permitem que o Geoprocessamento, seja capaz de coletar dados para diversos estudos, pois ao integrar dados de diferentes fontes, realiza uma análise complexa dos eventos (Sena *et al.*, 2012).

Assim, o SIG é considerado como um importante meio de apoio e desenvolvimento de aplicações voltadas ao meio ambiente, além de facilitar a integração de dados espaciais,

permite propor alternativas para diminuir impactos identificados no ambiente, principalmente no âmbito das bacias hidrográficas.

Medeiros e Câmara (2001) enfatizam que metodologias oriundas da Geografia Sistêmica e também utilizadas em estudos de Ecologia da Paisagem, bem como Ecodinâmica, requer a identificação prévia de áreas homogêneas (baseadas em critérios estabelecidos pelos especialistas), sobre as quais são realizadas as pesquisas em função do objeto de estudo e da escala de trabalho, apresentando características individuais próprias.

Dessa forma, as geotecnologias podem auxiliar na elaboração de estudos diagnósticos não apenas na análise no âmbito físico natural, como também, nos aspectos sociais, envolvendo diversos fatores complexos na interação com os Sistemas Ambientais.

Sobre os aspectos que envolvem a análise de bacias hidrográficas, o geoprocessamento é utilizado para análises hidrológicas, já que é possível evidenciar e qualificar os aspectos característicos quanto aos seus parâmetros fisiográficos. Sendo que os fatores considerados mais relevantes são: a área, o relevo, a forma, e a rede de drenagem (Sousa *et al*., 2019).

Outra perspectiva do uso das geotecnologias, consiste em aplicar técnicas de processamento digital de imagens, como a classificação supervisionada acerca das ocupações do solo, onde se diferenciam padrões de resposta espectral, sendo possível a identificação diferenciada sobre cada uso da terra, por meio da discriminação na imagem capturada por Sensoriamento Remoto.

Não obstante, a utilidade e o apoio das geotecnologias permitem uma visualização abrangente sobre os impactos incidentes no entorno de uma Bacia Hidrográfica, visto que, a mensuração dos dados sobre a ocupação do solo pelo processo de urbanização da cidade, bem como, as intervenções aplicadas, refletem o uso e alterações de seu comportamento para compreensão com os demais processos advindos em toda sua localização.

> Uma das análises que é feita para delimitação de uma bacia hidrográfica com procedimentos comuns em analises hidrológicas ou ambientais vem da sua caracterização por meio da morfometria a partir de parâmetros físicos, como: coeficiente de compacidade, fator de forma, índice de circularidade e densidade de drenagem, pois esses fatores possuem grande relevância quanto ao comportamento hidrológico por estabelecer relações que comparem dados conhecidos determinando valores em locais que faltam informações (Brito *et al.*, 2019, p.54).

Assim, o SIG permite ao pesquisador o uso de uma base de dados computadorizada contendo informações de diversas fontes espaciais, de características naturais, como vegetação, hidrologia, solo, clima, entre outros, bem como, aspectos econômicos, políticos e sociais, apresentando uma divisão temática em subsistemas integrado (Campos, Negreti e Campos, 2022).

Ao mapear uma bacia hidrográfica viabiliza-se, portanto, estudos e planejamentos de ações, auxiliando na determinação do uso e ocupação da terra em seu entorno, principalmente no monitoramento e planejamento urbano.

2.1.4. A bacia hidrográfica no contexto das análises de sistemas hídricos urbanos.

Reconhecida há muitas décadas como uma unidade espacial, e, posteriormente como célula básica de análise ambiental ao ser incorporada à visão sistêmica (Botelho e Silva, 2004).

A Bacia Hidrográfica é entendida como unidade integrada aos processos de avaliação e monitoramento das alterações ambientais, onde seus parâmetros, como, a quantidade de água e de sedimentos erodidos em suas encostas, associados às taxas pluviométricas, podem ocasionar modificações de seus canais (Albuquerque, 2012). Desperta por esses motivos, grande interesse na análise de seu ciclo hidrológico.

Carvalho (2020), argumenta que as bacias hidrográficas no âmbito do planejamento territorial funcionam como a unidade básica de análise para o desenvolvimento de ações e medidas estruturais e não estruturais possibilitando a integração da gestão dos recursos hídricos e a gestão ambiental.

A Resolução nº 001 de 1986, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) e a promulgação da Lei Federal 9.433 de 1997, preconizam a bacia hidrográfica como unidade de planejamento, e visam atenuar um cenário de comprometimento com relação a sustentabilidade hídrica, nesse sentido, para além de conceituar uma área territorial composta por um sistema fluvial hierarquizado, formado por um canal principal e seus afluentes, torna-se instrumento de gerenciamento e unidade de planejamento de uso e ocupação do solo.

Assim, a Agência Nacional de Águas (ANA) utiliza a definição com base nesses aspectos legais para fins mitigatórios das alterações hidrológicas, portanto, a “bacia hidrográfica é a unidade territorial para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação

do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos" (Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997).

Portanto, a bacia hidrográfica se caracteriza como uma unidade física de fundamental importância, não apenas para análise da realização do seu ciclo hidrológico, como na análise ambiental integrada com vistas ao planejamento e gestão das mesmas, visto que, toda ação de planejamento do território deva incluir os meios físicos, bióticos e antrópicos, bem como suas inter-relações.

Ao entender a importância do papel hídrico nos estudos ligados à análise, gerenciamento e planejamento ambiental do espaço urbano, Carvalho (2020), argumentam que a bacia hidrográfica é uma realidade física, mas é também um conceito socialmente construído, e nesse sentido, um campo de ação política no que tange a responsabilidades e tomada de decisão.

Originalmente, as bacias hidrográficas constituem sistemas abertos onde ocorrem constantes trocas de energia e matéria. Mesmo tendo sua identidade formada pela conexão entre artérias hidrográficas, as bacias são formadas principalmente por sua extensão territorial (Magalhães Júnior *et al*, 2020).

Para Botelho e Silva (1999) bacia hidrográfica é uma área da superfície terrestre drenada por um rio principal e seus tributários, de forma que toda vazão efluente é descarregada através de uma simples saída (exutório) sendo limitada pelos divisores de água.

> É um sistema espacial geograficamente definido a partir da configuração da rede de drenagem e delimitado por divisores hidrográficos (interflúvios), cujos fluxos fluviais se concentram em um curso d'água principal antes que toda vazão conflua para uma única saída (exutório). (Magalhães Júnior *et al.*, 2020, p.53).

A quantidade de água dos cursos fluviais depende do tamanho da área ocupada pela bacia, da precipitação total e do seu regime, assim como, as perdas devidas pela evapotranspiração e infiltração (Christofoletti, 1980).

Para Suguio e Bigarella (1990), a delimitação e geometria da rede de drenagem resultam da inter-relação dos fatores topográficos, índice pluviométrico, cobertura vegetal, tipo de solo, litologia e estrutura geológica. Ocorrem em diferentes escalas espaciais, drenadas por suas redes hidrográficas formada por cursos d'águas que podem ser perenes ou intermitentes (Magalhães Júnior *et al*., 2020).

Composta por elementos como, encostas, topos, fundos de vales, canais e corpos de água subterrânea, onde qualquer interferência significativa em um desses componentes poderá desencadear alterações, efeitos ou impactos a jusante e nos fluxos energéticos de saída (descarga, cargas sólidas e dissolvidas), assim como na deposição de sedimentos (Christofoletti, 1980).

Magalhães Júnior *et al.* (2020), afirmam que apesar de individualizadas espacialmente por divisores superficiais, também apresentam divisores dos fluxos hídricos subsuperficiais. Sendo os superficiais de origem topográfica configurados pelo relevo, e os subsuperficiais determinam a configuração da direção dos fluxos subterrâneos, configurados pela estrutura geológica, o que significa que os fluxos superficiais não possuem a mesma direção dos subterrâneos, sendo assim, não respondendo pelos limites da bacia.

Na perspectiva de um estudo hidrológico, o conceito de bacia hidrográfica envolve o conjunto de terras drenadas por um corpo d'água principal e seus afluentes, e, representa a "unidade mais apropriada para o estudo qualitativo e quantitativo do recurso água e dos fluxos de sedimentos e nutrientes". (Schiavetti e Camargo, 2002).

Jesus e Barreto (2021), enfatizam que desde os primórdios dos estudos que envolvem rios e bacias hidrográficas são usados algum tipo de classificação que seguem alguns critérios principais. Com relação ao escoamento global, consideram exorreica, endorreica, arreica e criptorreicas; quanto à posição na estrutura geológica, ordenam-se consequentes, subsequentes, ressequentes, obssequentes e insequentes; com relação a forma do vale, em U e V.

Reflexo do seu componente geológico estrutural e de sua história geomorfológica, as classes de canais e a rede de drenagem possuem formas diferentes, resultantes dos mecanismos de ajuste entre as variáveis implicadas no sistema das bacias hidrográficas (Stevaux; Latrubesse, 2017).

O padrão de canal procura discernir os tipos de arranjos espaciais que o leito apresenta ao longo do rio (Christofoletti, 1980), já o padrão de drenagem é a classificação qualitativa da organização dos rios dentro de uma determinada área.

Numa bacia hidrográfica, a partir de seu curso, identifica-se a hierarquia fluvial, que é um dos principais parâmetros morfométricos, onde se estabelece uma ordem e grau de diversos cursos d'água interconectados na área drenada ao qual lhe pertence.

A rede fluvial ou rede de canais formam um conjunto de rios que confluem até a desembocadura. Essa confluência é o encontro de dois canais, que pode ser fonte ou nascente de um rio.

Os primeiros parâmetros morfométricos foram definidos por Horton (1945) (Magalhães Júnior *et al*, 2020). Proposta mais precisa nos critérios iniciais para a ordenação dos cursos de água. Por essa perspectiva, os canais de primeira ordem são aqueles que não possuem tributários, os de segunda somente recebem o de primeira ordem, os de terceira podem receber um ou mais tributários de segunda, como também afluentes de primeira ordem, e, os de quarta e demais ordem, podem receber os de terceira ordem e de tributários de ordem inferior (Christofoletti, 1980).

Strahler (1952) introduziu outros critérios para determinação da ordem dos canais, os menores canais, sem tributários, são considerados de primeira ordem, da nascente até a confluência; os de segunda ordem, são determinados pela confluência de dois canais de primeira ordem; os de terceira ordem, surgem da confluência de canais de segunda ordem, e, também de ordem inferior; assim como os de quarta ordem que recebem afluentes de terceira ordem e tributários de ordens inferiores (Christofoletti, 1980).

De acordo com Cherem *et al* (2020), a análise morfométrica a partir do uso de métodos quantitativos desenvolvidos nas décadas de 1940 e 1950 por Horton e Strahler proporcionou um caráter mais objetivo e matemático sobre o funcionamento e dinâmica das bacias de drenagem, denominados parâmetros morfométricos. Ainda segundo os autores, a análise morfométrica explica como os fatores geométricos se inter-relacionam em diferentes escalas espaço-temporais, revelando a atuação geomorfológicas na bacia hidrográfica.

Isso é realizado com a função de facilitar e tornar mais objetivo os estudos morfométricos (análise linear, areal e hipsométrica) sobre as bacias hidrográficas. Quanto maior a participação percentual de canais de primeira ordem, maior é a fragilidade da paisagem, pois os mesmos indicam maior dissecação do relevo, que pode ser provocada por controle estrutural, como falhas, fraturas ou dobramentos.

Sua classificação pode ocorrer segundo seu tamanho, podendo ser micro, meso e macrobacias, ou por seu padrão geral de escoamento.

> Para a Hidrologia, **microbacias** são comumente consideradas aquelas com tamanho inferior a 10km². Porém, esse critério é muito relativo à luz do que se considera "pequeno" ou "grande" em cada contexto, sabendo-se das diferenças entre a área de municípios, de propriedades rurais etc. [...] Em termos geográficos, é mais

> coerente considerar microbacias as situadas próximas às cabeceiras e cujos cursos d'água são de até segunda ordem, conforme o sistema de Strahler (1952). (Magalhães Júnior *et al.*, 2020, p.55).

Microbacias trata-se de um termo que segundo Botelho e Silva (2012), surge entre as décadas de 80 e 90 com o intuito de viabilizar o gerenciamento e planejamento dos recursos hídricos em escala local.

A hierarquização das bacias hidrográficas torna-se uma discussão complexa, visto que nenhuma metodologia ou esboço teórico até o momento empregado, apresenta uma tipologia robusta sobre a subordinação dos termos bacia hidrográfica, sub-bacia e microbacia hidrográfica, e essas conceituações não encontra consenso entre os autores, e mesmo com esforços para tal feito, ainda são ineficientes para a resolução do problema (Gomes *et al.*, 2021).

Botelho e Silva (2004), chamam a atenção para o uso do termo microbacia hidrográfica por parte da comunidade acadêmica, pois há casos em que os pesquisadores optam pelo termo sub-bacia hidrográfica, mesmo que talvez incorra a um erro semântico, porque, independentemente de suas dimensões, pressupõe inclusão a outra bacia maior conectada a ela, criando uma ambivalência terminológica (Gomes *et al.*, 2021).

Por esse contexto, entendemos uma maior complexidade ainda, quando se trata da análise dimensionais aos cenários amazônicos, para usar o termo microbacia, em relação a hierarquia de seus igarapés, tendo em vista sua magnitude, bem como, suas morfologias, quando comparados com as redes hidrográficas de outras áreas do Brasil.

A classificação de microbacias é um processo importante para gestão dos recursos hídricos em uma determinada região. Termo apoiado pelo Programa Nacional de Microbacia Hidrográfica (PNMH), através do Decreto-Lei n° 94.076, de 05 de março de 1987. No entanto, o embate sobre sua hierarquização apresenta esses desafios conceituais que precisam ser considerados.

Já a sub-bacia hidrográfica é outra terminologia atribuída às bacias hidrográficas com o objetivo de indicar uma hierarquização de seu sistema de drenagem conforme seu nível de complexidade, quantidade de áreas drenadas, ordens dos rios e relações direta que exerce com o rio principal da rede hidrográfica que a engloba (Gomes *et al.,* 2021).

O problema conceitual de hierarquização ocorre devido à diversidade de critérios e métodos utilizados para as bacias.

> Entre os conceitos analisados, o mais controverso é o de microbacia hidrográfica, por conta da variabilidade de definições, atributos utilizados para sua delimitação e pela sua semântica. Contraditoriamente, é também um dos termos mais empregados nos trabalhos acadêmicos nacionais e internacionais recentes, notadamente aqueles que versam sobre unidade de planejamento rural ou urbana, avaliação hidrossedimentar, manejo de BH e célula de análise para zoneamento ambiental.
> O termo microbacia é formado pelo prefixo micro-, denotando o que é muito pequeno ou espaço de um milionésimo (10^{-6}) no Sistema Internacional de Unidades [...].
> Seu emprego ocorre porque vários autores entendem a microbacia como a menor área possível do ecossistema ou do sistema fluvial que favorece a compreensão de parte das características ecológicas e socioeconômicas de uma BH que é tributária (ATTANASIO, 2004; BERTONI e LOMBARDI NETO, 2008; LIMA, 2008). Portanto, é uma célula de análise propícia para a obtenção de dados e informações d*etal*hadas dos elementos ambientais e socioeconômicos, viabilizando a proposição de planos de manejo e sua gestão territorial. (Gomes *et al.*, 2021, p.10)

Diante dessas controvérsias, Gomes *et al.* (2021), acreditam que tal panorama somente poderá ser revertido a partir do desenvolvimento de mais estudos que possam indicar intervalos espaciais gerais para as classes hierárquicas tratadas.

Assim, os estudos relacionados com os cursos fluviais levam a compreensão de como seus processos estabelecem suas ordens, formas e tamanho.

Nessa perspectiva, o estudo de Bacias Hidrográficas nos permite examinar conjuntamente ações naturais e antrópicas, ou seja, analisar os fatores socioambientais que influenciam de forma direta e indireta nos problemas ambientais existentes.

Portanto, a dinâmica socioambiental que ocorre no entorno de uma bacia hidrográfica é tão importante quanto sua análise hidrogeomorfológica, e por esse pensamento, se constrói um conceito mais flexível e condizente com as perspectivas geossistêmicas. Para Rebello (2010), “as Bacias podem ser compartimentadas e subdivididas de acordo com a natureza dos objetivos a serem atingidos durante uma pesquisa”.

A visão sistêmica integrada do ambiente considera os componentes físicos do funcionamento da Bacia Hidrográfica, associado a compreensão como unidade de gestão da paisagem na área de planejamento ambiental.

Como unidade espacial, as bacias hidrográficas se constituem em unidades mais adequadas para planejamento e gestão dos recursos hídricos e requer fundamentos técnicos, legais e institucionais (Albuquerque, 2012). Assim, uma bacia hidrográfica possui a função de reordenamento do território, em áreas urbanas, e por meio de uma política ambiental

adequada para essas áreas que viabilize alternativas de uso e ocupação destes corpos hídricos, pode possibilitar um emprego menos impactantes oriundos destas ocupações.

Sendo assim, entendemos que, a ocupação intensificada nas margens de uma bacia hidrográfica, provocam processos erosivos, que tendem a se intensificar devido à utilização e ocupação inadequada desse sistema. Em ambientes urbanos, a ampliação de áreas com grande adensamento e uso desordenado, no entorno de bacias hidrográficas, são facilmente visíveis, principalmente nas localidades do interior do Estado do Amazonas.

Essa especificidade, impactam o terreno, e os processos erosivos são intensificados à medida que a própria falta de percepção da sociedade, não alcança o entendimento que o uso desordenado do solo impacta ainda mais, provocando assoreamento e inundação, interferindo diretamente no funcionamento adequado do seu ciclo hidrológico.

2.2. PROCEDIMENTOS

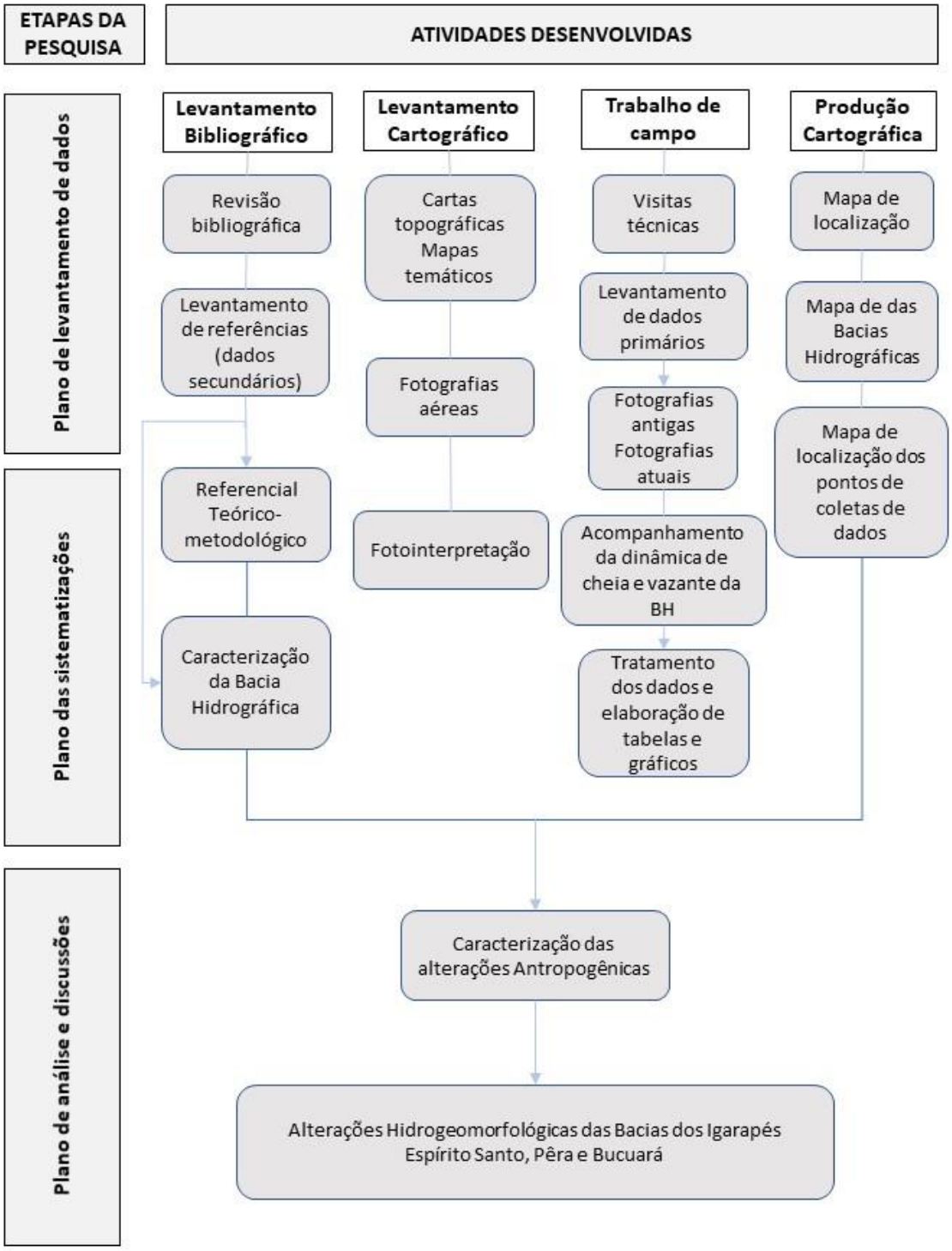
2.2.1. Organização da metodologia.

A pesquisa aqui delineada, buscou a interação dos aspectos de abordagens físicas associadas às humanas para concretização da análise proposta. Entendemos que esta análise, parte de uma visão holística que envolve o conceito de Sistema Ambiental na avaliação de bacias hidrográficas urbanas. Sendo assim, iniciamos em pensar seu principal objeto de estudo, por meio de seus recortes espaciais, ou seja, o entorno dos igarapés Espírito Santo, Pêra e Bucuará. Entendendo também, que estes recortes, estão integrados a um contexto, e este, incorpora a totalidade que reflete sua paisagem.

A partir desse aspecto, verifica-se que a paisagem é a categoria basilar deste estudo, visto que durante todo o processo de uso e ocupação da cidade ao qual pertence o objeto de estudo, formou-se múltiplas configurações que convergem a um processo de impactos similares em tempos curtos e contínuos.

Para ordenar, validar e expor tais proposições, foram empregados procedimentos metodológicos, adotados nas etapas definidas da pesquisa e sistematizados no esquema abaixo (figura 12):

Figura 12: Esquema da sistematização dos procedimentos metodológicos adotados para a construção do estudo.



Fonte: Organizado por Giselane Campos. Adaptado de Alves, 2013.

Nesse sentido, primeiramente organizamos o levantamento bibliográfico acerca da formação geológica da região ao qual está inserido o município de Coari, para compreender sua configuração geomorfológica e consequentemente sua estrutura hídrica que compõe o entendimento do objeto de estudo. Concomitante ao levantamento do seu contexto físico, fizemos a investigação histórica do município, para entender o processo de ocupação e as alterações hidrogeomorfológicas de suas bacias hidrográficas mediante sua urbanização nos diferentes contextos geohistóricos.

Por essa proposta, buscamos incorporar de maneira conjunta a abordagem Geossistêmica associado ao Sistema Antrópico no estudo das paisagens. Considerando que na organização social com um todo, a análise dos Sistemas Ambientais é algo inerente a natureza e às alterações humanas. Para tanto, buscamos as contribuições dos estudos de Ab'Saber (1969), que no Brasil, gerou uma renovação metodológica e instrumental acerca das pesquisas geomorfológicas, entendendo a paisagem como o resultado de uma relação entre os processos passados e os atuais, propondo, analisar esses processos passados, como responsáveis pela compartimentação regional da superfície, enquanto que os processos atuais respondem pela dinâmica das paisagens atuais. Ainda assim, é necessário integrar este conceito, aos objetivos aqui sugeridos, e em concordância com Vitte (2007), ponderamos que, a paisagem gerada é resultado imediato da intencionalidade humana na superfície terrestre, onde suas marcas ficam impressas no espaço por meio dos mais variados meios técnicos e científicos, originando uma representação dessa espacialidade.

Levando em consideração, que as ciências geográficas não possuem uma sistematização fechada em suas abordagens metodológicas, e, por esse motivo, utiliza diferentes métodos para a construção do conhecimento específico de sua área, e esta, discorre sobre a perspectiva que lhe é própria, na análise sincrônica, diacrônica e espacializada dos fenômenos. E, nesse caso em específico, ao se tratar de uma investigação advinda de contextualização também dos aspectos factuais, partimos do princípio de que para entender a concepção do espaço produzido (Carlos, 2007), é preciso compreender seus aportes históricos, associados ao entendimento da periodicidade que o compõe pelo viés geográfico.

Assim, "[...] Reconstruir séries temporais de dados enriquece nossa compreensão histórica por si só, mas o valor geográfico é adicionado quando usamos, em combinação, a reconstrução de séries espaciais" (Carneiro, 2018).

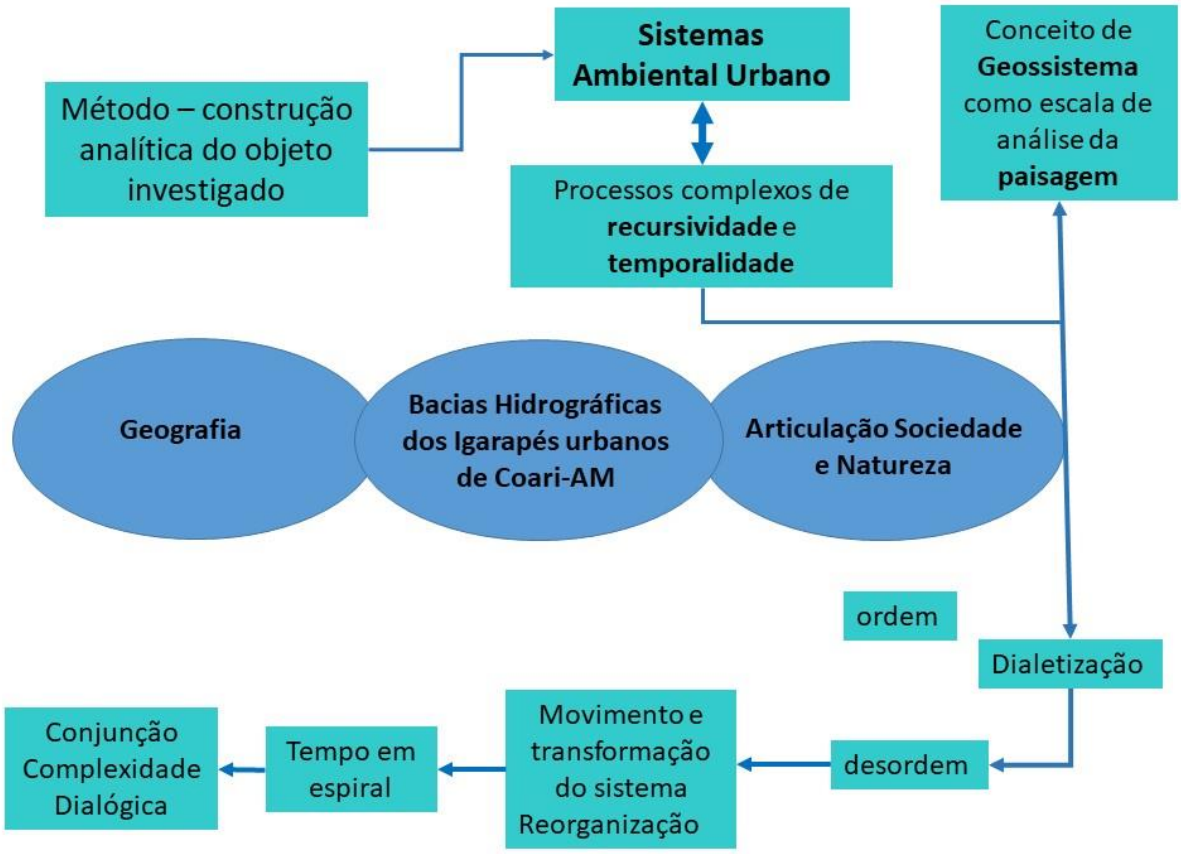
Imbuídos dessa visão, e certos do entendimento da Geografia como ciência que tem por objeto de estudo o espaço geográfico pela interferência humana, definido como o "conjunto indissociável e contraditório de sistemas de objetos e sistemas de ações" (Santos, 1999), é que olhamos para as bacias hidrográficas urbanas da cidade de Coari, como uma fonte de registro das transformações passadas e presentes.

Coube, portanto, analisarmos o recorte espacial desse estudo, também sob as categorias analíticas (forma, função, estrutura e processo) (Santos, 1999). A partir disso, é possível refletir sobre a dinâmica de transformações do arranjo espacial por meio das lógicas do movimento, das contradições e da interação universal dos fenômenos. Nesse sentido, a "análise integrada da paisagem" na qual articulam-se a paisagem natural, a paisagem antroponatural (espaço geográfico) e a paisagem cultural (Rodriguez *et al*., 2015) retoma a ideia sistêmica proposta por Sochava, que considera o Geossistema como "o espaço terrestre de todas as dimensões, onde todos os componentes naturais individuais encontram-se numa relação sistêmica uns com os outros e, como integridade, interatuam com a esfera cósmica e com a sociedade humana" (Sochava, 1978 *apud* Rodriguez *et al*., 2015). E, nesse sentido, têm-se uma perspectiva de interpretação dialética e multidimensional do espaço.

Nesse intuito, o estudo da paisagem parte de uma discussão humanística incorporada ao entendimento das transformações por um viés sistêmico complexo, buscando uma construção analítica do objeto investigado, identificando o processo de recursividade em substituição à causalidade da ciência clássica, onde a análise dos processos no "tempo que faz", é preponderante ao "tempo que escoa" (Suetergaray, 2010) (Figura 13). Por esse viés entende-se que:

> A paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É, numa determinada porção do espaço, o 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 (Bertrand, 2004, p. 141).

Figura 13: Esquema organizacional do processo de análise sistemática das bacias hidrográficas da área urbana de Coari.



Fonte: Adaptado da narrativa de Suetergaray, 2010. Organização; Giselane Campos, 2023.

Essa associação sistêmica em conjunto com a metodologia legitimada por Rodrigues (2010), prevê avaliar o impacto da urbanização em sistemas hidrogeomorfológicos, como as bacias hidrográficas urbanas, para tanto é necessário trabalhar objetivos claros de abordagem e verificação de dados qualitativos e quantitativos na análise retrospectiva de diversos momentos do processo histórico de expansão e produção do espaço urbano.

Um dos passos iniciais da pesquisa consistiu no questionamento sobre as origens: quando e onde um processo particular ou conjunto de eventos começou. A partir desse ponto define-se o início temporal de um evento, cabe, portanto, recortá-lo e localizá-lo espacialmente. Em segundo lugar, é fundamental compreender como seguiu temporalmente em sequência o evento analisado. A terceira etapa versa sobre a ordem temporal e a estrutura espacial da ocorrência e da distribuição: porque a mudança aconteceu na sequência observada. A quarta etapa visa questionar porque as coisas aconteceram naquele tempo e lugar observados (Baker, 2007 *apud* Carneiro, 2018).

Rodrigues (2010), argumenta que as avaliações de impactos humanos decorrentes dos processos legais de autorizações para explorações dos recursos naturais, como o “estudos de impacto ambiental –EIAs- e respectivos relatórios de impacto ambiental –RIMAs”:

> No Brasil, [...] não vêm se apropriando de parte relevante dos recursos teórico-metodológicos existentes na Geografia Física Teórica e, em especial, na Geomorfologia, criando dificuldades para o bom trânsito entre a produção de conhecimento no âmbito acadêmico e a produção de conhecimento no plano das práticas de avaliação de impacto e gestão ambiental (Rodrigues, 2010, p.112).

A partir dessas observações, propomos a metodologia vinculada a Rodrigues (2010), onde a pesquisadora utilizou a teoria dos sistemas em geomorfologia e outras abordagens integradas, dispondo do uso de obras clássicas como a de CHORLEY e KENNEDY (1971), *Physical Geografhy a systems approach* , TRICART (1965), *Principes et Méthodes de la Géomorphologie*, TRICART e KILLIAN (1979), *L’écogeographie et l’amenagement du milieu naturel* , e obras de autores contemporâneos que utilizam essas referências em estudos mais especializados Nesse sentido, apoiamos nosso estudo também em Rodrigues (2010) que elencou para sua abordagem alguns princípios como:

- Princípios e procedimentos selecionados da Geografia Física e Geomorfologia teóricas;
- Princípios da Geomorfologia antropogênica;
- Escalas temporais e espaciais complementares de análise;
- Procedimentos cartográficos apoiados na cartografia geomorfológica;
- Conteúdos de legenda representativos de fases e de modalidades de intervenção ou perturbação antrópica;
- Conteúdos de legenda representativos para processos hidromorfodinâmicos (modalidades de processos erosivos, de sedimentação e de transporte);
- Indicadores e parâmetros da morfologia pré-intervenção e da morfologia antropogênica;
- Indicadores, parâmetros e medidas de condições físicas dos materiais originais e antropogênicos da superfície;
- Indicadores, parâmetros e medidas dos processos superficiais originais e derivados direta e indiretamente de ações antrópicas; e,
- Correlação de indicadores de mudanças.

Ao trazer a associação sistêmica a partir da metodologia de Rodrigues (2010), na reflexão quanto aos impactos gerados mediante ao processo de urbanização nos sistemas hidrogeomorfológicos, entendemos também, que essa mesma urbanização se manifesta sob complexas formações na organização da sociedade onde se insere tais impactos, associados a outros decorrentes destes. Sendo assim, "muitos problemas se avizinham às preocupações humanas com a gestão urbana" (Mendonça, 2010).

Ao adaptar o Sistema Ambiental Urbano (SAU) no estudo, todos os elementos de entrada do SAU, são caracterizados pelos fluxos de matéria e energia, de ordem natural e derivados dos processos sociais. Nessa organização, o "sistema maior é composto pelo 'Subsistema Natureza' e pelo 'Subsistema Sociedade', e subdividido em vários subsistemas, tais como os 'Subsistemas N' (clima, água, solo, relevo e vegetação) e 'Subsistemas S' (habitação, comércio e serviços, e infraestrutura)" (Farias e Mendonça, 2020).

Farias e Mendonça (2022), descrevem sobre os estudos voltados à compreensão dos problemas decorrentes da relação sociedade/natureza no ambiente urbano, nesse sentido, apoiaram na TGS sua fundamentação teórica, para compreender essa complexa relação nas cidades, como também, no guia de capacitação em gestão de ambientes urbanos para a América Latina. Documento que apresenta concepções teóricas acerca da cidade sob a perspectiva ambiental e culmina com a apresentação de sugestões à gestão ambiental urbana, do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento/Oficina de Serviços para Projetos das Nações Unidas (Pnud/Unops) do ano de 1997.

Para os autores, o meio ambiente urbano é entendido como um sistema aberto, onde a cidade é fruto das interrelações entre os elementos naturais e os elementos construídos pelo homem. Referindo-se a Brandão (2006), os autores também estabelecem que o ambiente urbano é produto provindo da ação humana em interface com uma determinada dinâmica natural.

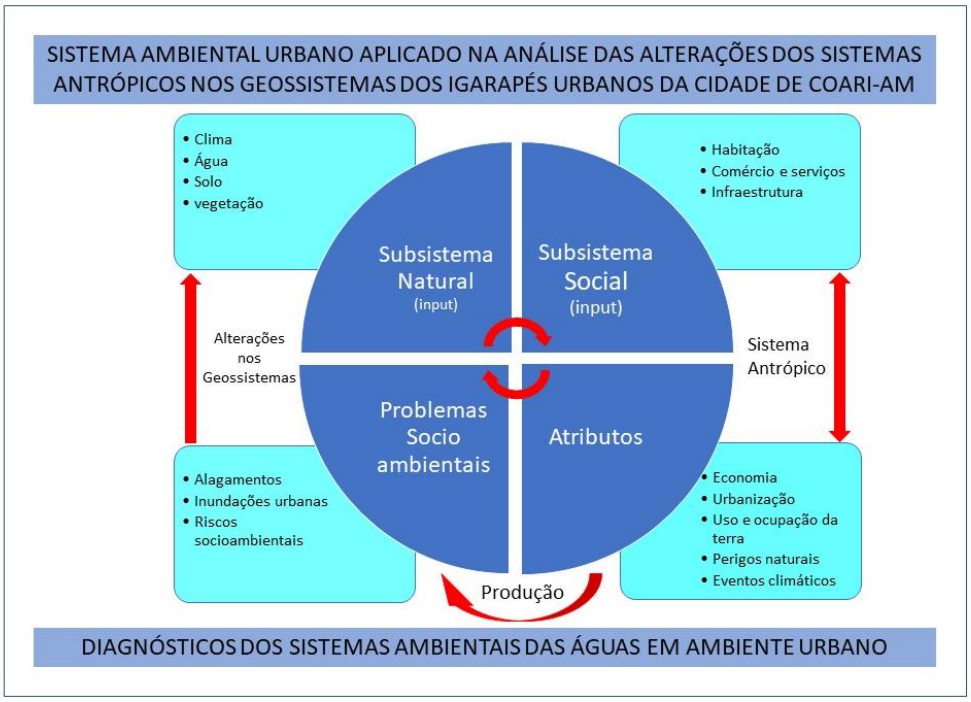
Embasados nessas premissas, Farias e Mendonça (2022), apresentam a dinâmica da problemática urbana, e evidencia a intercorrência dos seguintes fatores:

> [...] geralmente, observados a) a precariedade dos elementos constituídos pelos Subsistemas Social e Construído; b) o esgotamento e a deterioração dos recursos que compõe o Subsistema Natural, provocados pela apropriação do Subsistema Construído; e, c) a contaminação do Subsistema Natural, gerada pela intervenção inadequada do Subsistema Social (PNUD/UNOPS, 1997; Mendonça, 2004). (Farias e Mendonça, 2022, p.4).

Dentro dessa perspectiva, o SAU se subdivide em três subsistemas (Natural, Social e Construído), porém, ao adaptá-lo, poderá ser subdivido em uma considerável quantidade de subsistemas, de acordo com objetivos de investigação e as particularidades dos fatores dinamizadores intrínsecos à área a ser investigada (Farias e Mendonça, 2020; 2022).

Adaptamos para esse estudo o fluxograma metodológico (Figura 14), da pesquisa "SAU aplicado aos riscos socioambientais de inundação urbana" de Ariadne Farias e Francisco Mendonça (2020; 2022), descrita neste trabalho:

Figura 14: Fluxograma da análise de SAU aplicado na avaliação nos Geossistema dos igarapés urbanos de Coari.



Fonte: Adaptado de Farias e Mendonça (2020; 2022). Organização Giselane Campos, 2024.

Assim, a figura 14 representa os elementos para interpretação do Sistema Ambiental Urbano neste estudo. São caracterizados "Subsistema Natural", os derivados de ordem natural, e, pelo "Subsistema Social", os gerados dos processos sociais. Subdividindo-os em vários "subsistemas N" (clima, água, solo e vegetação) e "Subsistemas S" (habitação, comércio e serviços, e infraestrutura) pelos fluxos de matéria e energia, de ordem natural e derivados dos processos sociais, interagem entre os Sistemas Antrópicos e os Geossistemas produzindo os problemas socioambientais nas redes hídricas de Coari.

Esses atributos compreendem as instâncias sociais que influenciam na dinâmica do sistema ambiental como análise das alterações antropogênicas dos Igarapés urbanos de Coari.

Ao se tratar da análise de bacias hidrográficas urbanas, integram-se a esses princípios, os estudos desenvolvidos pela professora pesquisadora Rosangela Garrido Machado Botelho. Suas pesquisas, apresentam significativos diagnósticos acerca de determinados sistemas ambientais ligados às águas em ambiente urbano, que discorreremos como técnica para levantamento de dados observacionais da pesquisa.

Associado aos levantamentos de dados primários, fizemos a análise físico-química dos Igarapés, proporcionada pelo desenvolvimento do projeto de pesquisa do Programa de Apoio à Interiorização em Pesquisa e Inovação Tecnológica no Amazonas (PAINTER INFRA CT & I), intitulada "Análise de águas subterrâneas da região de Coari-AM", coordenado pelo Professor Dr. Willison Campos.

2.2.2. Levantamento de dados

Os procedimentos adotados durante a pesquisa, foram construídos a partir da abordagem referencial metodológica da pesquisa científica, e, das sequências dos objetivos propostos.

Para elencar os parâmetros correlacionais de uso e ocupação e as transformações das características originais dos sistemas hidrogeomorfológicos durante o processo de ocupação da cidade de Coari, no entorno das bacias hidrográficas urbanas, foram feitas pesquisas bibliográficas e documentais. Portanto, utilizamos dados e categorias teóricas já trabalhados por outros pesquisadores devidamente registrados (Severino, 2013).

Buscamos literaturas voltadas aos levantamentos históricos, bem como, abordagens dos campos da geografia física teórica, da geomorfologia pura e aplicada, da cartografia geomorfológica em consonância com Rodrigues (2010).

Na pesquisa documental, trabalhamos em sentido amplo, ou seja, não só de documentos impressos, mas sobretudo outros tipos de documentos, tais como jornais, fotos, filmes, gravações, documentos legais (Severino, 2013). Dessa forma, utilizamos inclusive relatórios técnicos de projetos de engenharia previstos para a cidade, como da Funasa por exemplo.

Ainda objetivando compreender o processo histórico da cidade de Coari a partir do uso e ocupação da terra, no entorno dos Igarapés em momentos de urbanização, associando às alterações hidrogeomorfológicas, fizemos levantamentos de plantas e mapas para essa

análise e construção, assim como, apresentamos mapas temáticos dos processos de mudanças a partir da expansão urbana nos períodos propostos, para tanto, levantou-se informações nas teses, dissertações, dados institucionais entre outros.

Registros fotográficos foram também utilizados para composição analítica desse contexto. Foram capturadas imagens da cidade em diferentes pontos por meio de trabalho de campo, que em acordo com Severino (2013), tem por objetivo abordar o objeto de estudo em seu ambiente próprio, e a coleta dos dados foi feita nas condições naturais em que os fenômenos ocorrem, sendo assim diretamente observados, sem intervenção e manuseio por parte do pesquisador. Nesse sentido, a captura das imagens ocorreu por meio de uso de equipamento eletrônico conhecido como Drone, que se trata de uma Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP), controlado de forma remota, modelo DJI Mini 2, compondo metodologia automatizada, em diferentes etapas da pesquisa.

Foram feitos registros fotográficos com uso da câmera de celular modelo Moto G10, da marca Motorola, durante todos os momentos de coleta de campo da pesquisa.

Sendo assim, organizamos a cartografia temática das Bacias Hidrográficas da cidade, apresentando os elementos hidrogeomorfológicos registrados durante a coleta. Acrescentado a essas observações, dados obtidos por outra metodologia de sensoriamento remoto, como o uso de imagens de satélites, que possibilitou a delimitação das unidades representativas das Bacias Hidrográficas. Classificação das imagens mais recentes, para compor o cenário acerca dos impactos da urbanização, criando parâmetros comparativos. Da mesma forma, foram categorizados cenários das alterações das Bacias Hidrográficas urbanas, compondo o contexto das novas compreensões da relação sociedade/natureza.

Para entender melhor os impactos por meio de observações diretas, se utilizou o Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR-R), instrumento útil na observação direta visual da qualidade dos rios (Botelho, Tôsto e Rangel, 2018).

Os Protocolos de Análise Rápida de Rios desempenham um papel crucial na avaliação e monitoramento da saúde dos ecossistemas aquáticos. Foram desenvolvidos para fornecer uma visão abrangente e rápida das condições dos rios. Sua função central é fornecer uma visão imediata e acessível das condições dos rios (Botelho, Tôsto e Rangel, 2018).

Ao analisar indicadores específicos, como a presença de poluentes ou organismos indicadores de saúde ambiental, o protocolo indica diretamente os problemas, como poluição industrial, descarga de resíduos e outros impactos negativos sobre os rios, como também em

análises pontuais, podem ser incorporados a programas de monitoramento contínuo, fornecendo dados regulares para avaliar tendências ao longo do tempo. Isso é vital para entender a dinâmica sazonal e as mudanças graduais nos ecossistemas aquáticos (Rodrigues e Castro, 2008).

Os formulários baseados na metodologia PAR-R, possuem capacidade de abrangência de "diversos elementos que participam da dinâmica do ambiente fluvial e apresenta uma abordagem sistêmica e multidisciplinar" (Botelho, Tôsto e Rangel, 2018, p. 223).

Dessa forma, optou-se pela aplicação do PAR-R, por atender os parâmetros avaliativos qualitativos ou semi-quantitativos de análise visual *in loco,* sendo também um método mais rápido e de baixo custo.

A adaptação dos parâmetros avaliados foi baseada em diferentes propostas, levando em consideração os mais adequados para o contexto local do estudo. Contudo, as pontuações atribuídas aos dados coletados nos pontos, foram adaptadas a partir de Corrêa e Costa (2019), que "seguiu Callisto (2002), modificado do protocolo da Agência de Proteção Ambiental de Ohio, EUA (EPA, 1987) e de Vargas e Ferreira Júnior (2012)" (Corrêa e Costa, 2019, p.379).

Com objetivo de simplificar a estimação observacional, usamos com intervalos de 0, 2, 3, 4 até 5 pontos, não obstante, essa estimativa, foi adaptativa para determinados parâmetros avaliados pela redução de suas possibilidades de respostas.

A somatória dos níveis de perturbação dos parâmetros avaliados, foram consideradas da seguinte forma:

- ✓ De 0 a 40 pontos - impactado;
- ✓ De 41 – 60 pontos - alterados;
- ✓ Acima de 60 pontos - natural.

Durante os trabalhos de campo, foram registradas coordenadas geográficas, utilizadas no georreferenciamento da planta digital. Por meio do aplicativo *Geo Tracker* foram registrados os percursos e pontos efetuados.

Não foi possível aplicar o PAR-R ao longo de toda a extensão das bacias hidrográficas dos Igarapés urbanos, portanto, as observações ocorreram do seguinte modo:

- Na Bacia Hidrográfica do igarapé Espírito Santo – 6 pontos;
- Na Bacia Hidrográfica do igarapé Pêra – 4 pontos;
- Na Bacia Hidrográfica do igarapé Bucuará – 2 pontos.

Nas bacias hidrográficas dos igarapés Espírito Santo e Pêra, buscamos pontos que refletissem a caracterização de sua nascente até a foz.

Ao aplicar um PAR-R, observou-se nos cursos de água, turbidez, poluição por esgoto e lixo doméstico. Também foram observados o uso e ocupação do entorno, obras de engenharia e transformações antrópicas ao longo da extensão e em suas margens.

Lembrando que Bizzo, Menezes e Andrade (2014), salienta que os PARs se baseiam numa avaliação qualitativa que diagnóstica o estado dos corpos hídricos acerca das informações de degradação do manancial contribuindo com a importância dos recursos hídricos e ambientais.

Nessa análise, cada parâmetro é representado por uma nota, que reflete o estado de diferentes atributos físicos do ambiente. Somadas as notas, tem-se um índice ou valor numérico total ou médio que representa o estado e/ou a qualidade do ambiente fluvial em determinado trecho do curso de água (anexo).

Durante as observações anotadas, realizamos os registros fotográficos dos trechos, ao qual foi classificada de acordo com as alterações antrópicas neles identificados. Como resultado, essas classificações compuseram informações expostas nas produções de gráficos comparativos na compreensão do nível de impactos locais.

Visto que já tínhamos informações qualitativas no entorno das Bacias, houve a oportunidade de uma avaliação quantitativa, por meio de análise físico-química, para mensuração simples dos padrões de qualidade baseados nos parâmetros referenciais do Conselho Nacional de Meio Ambiente, que normatiza os limites estabelecidos na resolução CONAMA, n° 357 de 17 de março de 2005.

Os pontos escolhidos para coleta das amostras foram definidos considerando características importantes como facilidade de acesso e segurança da amostragem, visando estimar as condições ambientais em que se encontrava esse corpo hídrico no momento da coleta. Visto que, passávamos pela grande seca histórica no período em que foi possível fazer a análise.

Portanto, foi utilizado instrumento portátil com dispositivos de medição para análise da qualidade da água em termos físicos e químicos. Foram avaliados parâmetros como pH, condutividade, oxigênio dissolvido, temperatura, turbidez e outros indicadores importantes.

Assim, fora empregado o medidor portátil com a utilização de medidor multiparâmetros e turbidímetro portátil (Figura 15).

Figura 15: Medidor Portátil com a utilização de medidores multiparâmetros e turbidímetro portátil.

Fonte: Giselane Campos. Registro de campo, outubro de 2023.

Os resultados foram organizados em uma tabela demonstrativa das seguintes referências: pH, Temperatura (T°C, Oxigênio Dissolvido (OD% e OD mg/L), limites de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO mg/L), Condutividade Elétrica (CE µS.cm-^{1}), Sólidos Totais Dissolvidos (STD ppm), e Turbidez (U.T).

Amparados nos parâmetros referenciais do Conselho Nacional de Meio Ambiente que normatiza os limites estabelecidos na resolução CONAMA, nº 357 de 17 de março de 2005, avaliamos os resultados apoiados nas medidas preconizadas, a qual adaptamos no quadro abaixo com orientações de outras referências, para melhor entendimento dos seus aspectos:

Quadro 1: Parâmetros de avaliação da qualidade da água e seus aspectos

PARÂMETROS	**VALOR DE REFERÊNCIA**	**ASPECTOS DESCRITIVOS DO PARÂMETRO**
pH	6 - 9	Logaritmo negativo da atividade iônica do hidrogênio, estabelecidos entre 6 e 9. variável abiótica importante nos ecossistemas aquáticos de difícil interpretação pela quantidade de fatores que o podem afetar (PIRATOBA *etal*, 2019)
TEMPERATURA (T°C)	0 – 30°C	A temperatura exerce um papel importante para a manutenção do meio aquático, condiciona e influencia uma série de variações físico-químicas. Em geral, conforme a temperatura oscila de 0 a 30°C (BARBOSA, 2015).

OXIGÊNIO DISSOLVIDO (OD)	(10 - 60%)	Representa a quantidade de oxigênio molecular (O2) dissolvido na água; Expresso em porcentagem de saturação em uma dada temperatura e pressão (FIORUTTI e BENEDETTI FILHO, 2005).
OXIGÊNIO DISSOLVIDO (OD)	(6mg/L)	valor mínimo para a preservação da vida aquática, estabelecido pela Resolução é de 6,0 mg/L. (CONAMA, nº 357/2005).
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO)	(3mg/L	Medida que determina a concentração de matéria orgânica biodegradável através quantidade de oxigênio consumida por microrganismos através da respiração (VALENTE *et al*, 1997).
CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (CE)	10 – 100 µS.cm-¹	Não existe um padrão de condutividade na legislação, porém, de acordo com Von Sperling (2007), as águas naturais apresentam teores de condutividade na faixa de 10 a 100 µS cm-¹. A condutividade está relacionada à concentração de íons dissolvidos, e por isso é um importante indicador de lançamento de efluentes (BARBOSA, 2015).
SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS STD	Até 1000 ppm	Sólidos Totais Dissolvidos - pela Resolução CONAMA CONAMA nº 357/2005, o valor máximo é de 500 mg/L. Segundo Piratoba *et al* (2017), os STD estão relacionados diretamente com a condutividade elétrica, sendo os principais constituintes, provenientes dos processos de intemperismo que geram produtos que são encontrados nos corpos da água na forma iônica.
TURBIDEZ TURB	(40 U.T)	Até 40 U.T (*Turbidity Unit*), de acordo com a Resolução CONAMA nº357/2005. Esse parâmetro se refere a perda gradual de intensidade da radiação sofrida (BARBOSA, 2015).

Fonte: Adaptado da Resolução CONAMA nº357 de 17 de março de 2005. Organizado pela autora, 2024.

A legislação preconiza em sua definição acerca da qualidade da água, referenciando o tipo de uso ao qual se destina, e por isso, estipula os padrões de qualidade. Portanto, em apoio aos dados qualitativos, os parâmetros medidos por meio da análise físico-química propõem a identificação dos limites aceitáveis das substâncias presentes nos igarapés do estudo de acordo com seu uso.

Para Von Sperling (2007), a qualidade de uma água está determinada por fenômenos naturais e antrópicos exercidos na Bacia Hidrográfica, já que a mesma é um solvente universal

que transporta gases, e outros elementos e substâncias, bem como, compostos orgânicos dissolvidos (Piratoba *et al*, 2017), levando às alterações hidro e antropogeomorfológicas.

CAPÍTULO 3 – CARACTERIZAÇÃO DAS ALTERAÇÕES AMBIENTAIS NO CONTEXTO HIDROGRÁFICO DA CIDADE DE COARI, ONDE COMEÇOU, COMO SE INSTALOU.

Esse capítulo inicia com a descrição sucinta sobre a localização geográfica do município de Coari. A partir de um levantamento geohistórico, verificou-se que Coari sempre esteve inserido num contexto estratégico de comercialização de suas riquezas naturais. Inicialmente como um porto de lenha, onde havia a troca e venda de especiarias sob o comando do regime colonialista, seguido de uma economia agroextrativista que perde sua expressividade com a exploração da indústria petrolífera, a qual transforma seu contexto socioespacial, não pela geração de empregabilidade, mas pelas expectativas de geração de renda através da administração pública. Assim, o desencadear desse cenário, apresenta uma cidade extremamente urbanizada, com problemas ambientais críticos de moradia e saneamento, que culminam nas alterações do sistema ambiental das bacias hidrográficas urbanas.

3.1. A DEFINIÇÃO GEOGRÁFICA DO MUNICÍPIO DE COARI AO COMANDO DOS RIOS.

As águas sempre foram os limites territoriais das localidades amazônicas. Coari, ainda como Vila, teve os seus limites comandados pelos rios, lagos e furos, conforme identificamos na Lei Nº 32/1891 (Jobim, 1933):

> Pelo Solimões, na margem esquerda, o furo do Cleto, e na margem direita, o furo do Burrinho; pelo Codajás-miry a boca do Samaúma, que fica abaixo da boca do Piuriny, e a parte fronteira a mesma. Os lagos Trocary, Genipapo, Uruá e adjacências da margem esquerda do Solimões farão parte do districto de Coary, e bem assim, o do Camará, Salsa e Burrinho da margem oposta. (Lei n.32 de 16 de novembro de 1891 *apud* Jobim, 1933).

Sua fundação está vinculada às missões jesuíticas, especificamente ao missionário Samuel Fritz, não obstante, Archipo Góes (2014), argumenta em sua obra “Nunca mais Coari: a fuga dos Jurimágoas”, que após análise do resgate da história do município, a legitimidade da fundação de Coari é do povo Jurimágua. Contudo, foram os missionários carmelitas que consolidaram o trabalho administrativo, por meio da exploração comercial, revestida de suas bases religiosas, que se concretizavam pelo estabelecimento do convento, da fazenda e do aldeamento (Gomes, 2016).

Em 1759, a aldeia do Rio Coari foi elevada à categoria de lugar, a qual foi denominada de Alvelos. Segundo relatos do Frade Caetano Brandão *apud* Jobim (1933), a povoação não chegava a trezentas pessoas, entre índios e moradores, situados sobre o areal ao longo da grande baia que formava um rio com vista muito “desafogada”. Em 1833 o lugar Alvelos foi elevado à categoria de freguesia, porém, sua localização, não oferecia ao povoado oportunidade de desenvolvimento devido a ventanias fortes, a baixa produtividade do solo e a distância da foz do rio, que dificultava seu acesso no período de seca (Wilkens de Mattos

apud Jobim, 1933), sendo assim, a freguesia foi transferida de dentro do lago Coari, para sua foz em virtude da Lei nº.37 provincial de 30 de setembro de 1854 (Gomes, 2016).

A Freguesia de Sant'Anna, como era conhecida, possuía uma intendência municipal, quartel, igreja matriz em construção, e oitenta *fógos* (residências), dessas, vinte e quatro eram comerciais, uma farmácia em fase de construção. Haviam dois bairros: São Sebastião ao norte e Sant'Anna ao sul, onde atualmente é o centro de Coari.

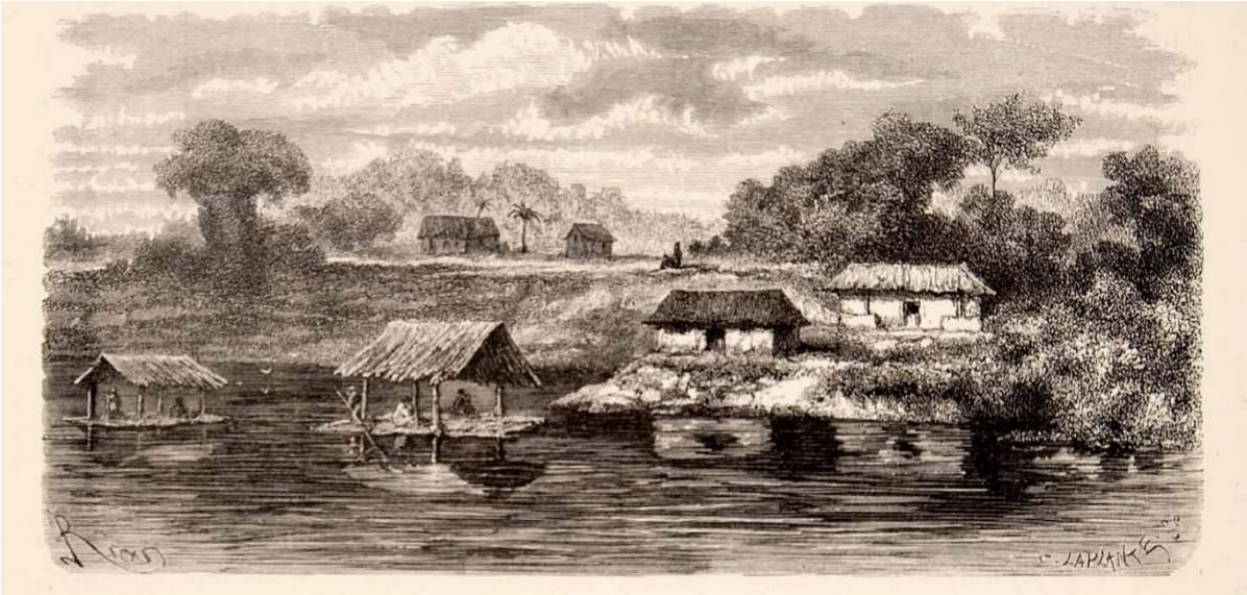
Segundo Gomes (2016), o local onde atualmente se localiza Coari é a quinta tentativa de assentamento, devido a vários problemas no processo de ocupação, como, resistência e ataques de grupos indígenas, a exemplo os Muras, e dos insetos abundantes nas margens do Rio Solimões. Seu primeiro assentamento foi entre o trecho que ficava o rio Manacapuru e o rio Coari, no Canal de Paratari. Já o segundo local, se estabeleceu na margem direita do riacho Uanamá ou Guanamá, cuja transferência foi feita pelo Frei José de Madalena, um pouco a montante do Paraná do Anamã, onde é atualmente o município de Codajás, à margem direita deste e a esquerda do Solimões (Gomes, 2016).

Ainda de acordo com Gomes (2016), o terceiro local fora o sítio Guajaratuba à doze léguas acima do rio Manacapuru e subindo o rio Negro quarenta léguas de distância, em várzea, baixo e alagado abundante em cacau, porém, sujeito à carapanãs e mosquitos enfadonhos. Posteriormente, a missão foi movida para o Lago Coari, recebendo o nome de Alvelos, localizada a quatro léguas do Rio Coari entre este Rio, e o principal braço do Rio Purús, sobre uma grande enseada em um vistoso arraial) (Manuel Aires de Casal *apud* Gomes, 2016, p.107). Não obstante, as pragas, conflitos intertribais, as intempéries e localização de difícil acesso em período de vazante se tornou um complicador para seus moradores, o que motivou a transferência para a boca do Lago de Coari (Gomes, 2016).

Assim, a localização que se fixou, é o que atualmente conhecemos como sede do município de Coari, e, foi determinada para que "favorecesse o desenvolvimento da vila como um importante ponto de saída para o comércio e não apenas com a meta de alcançar as almas perdidas dos índios da região" (Gomes, 2016,).

A cidade que nascia na foz do rio Coari foi descrita por Paul Marcoy em 1848, como um pequeno povoado de seis casas cobertas de palha no topo de uma elevação, denominado Tahua-Mirim (Figura 16), que provavelmente, de acordo com Gomes (2016), refere-se a área que ficava após o Igarapé de São Pedro às margens do lago Coari.

Figura 16: Reprodução da pintura em óleo retratando a Aldeia de Tauámirim – 1848 – esboçado por Paul Marcoy em sua viagem pelo rio Amazonas, retratado pelo pintor francês Édouard Riou.



Fonte: Acervo Archipo Góes, Coari.com.

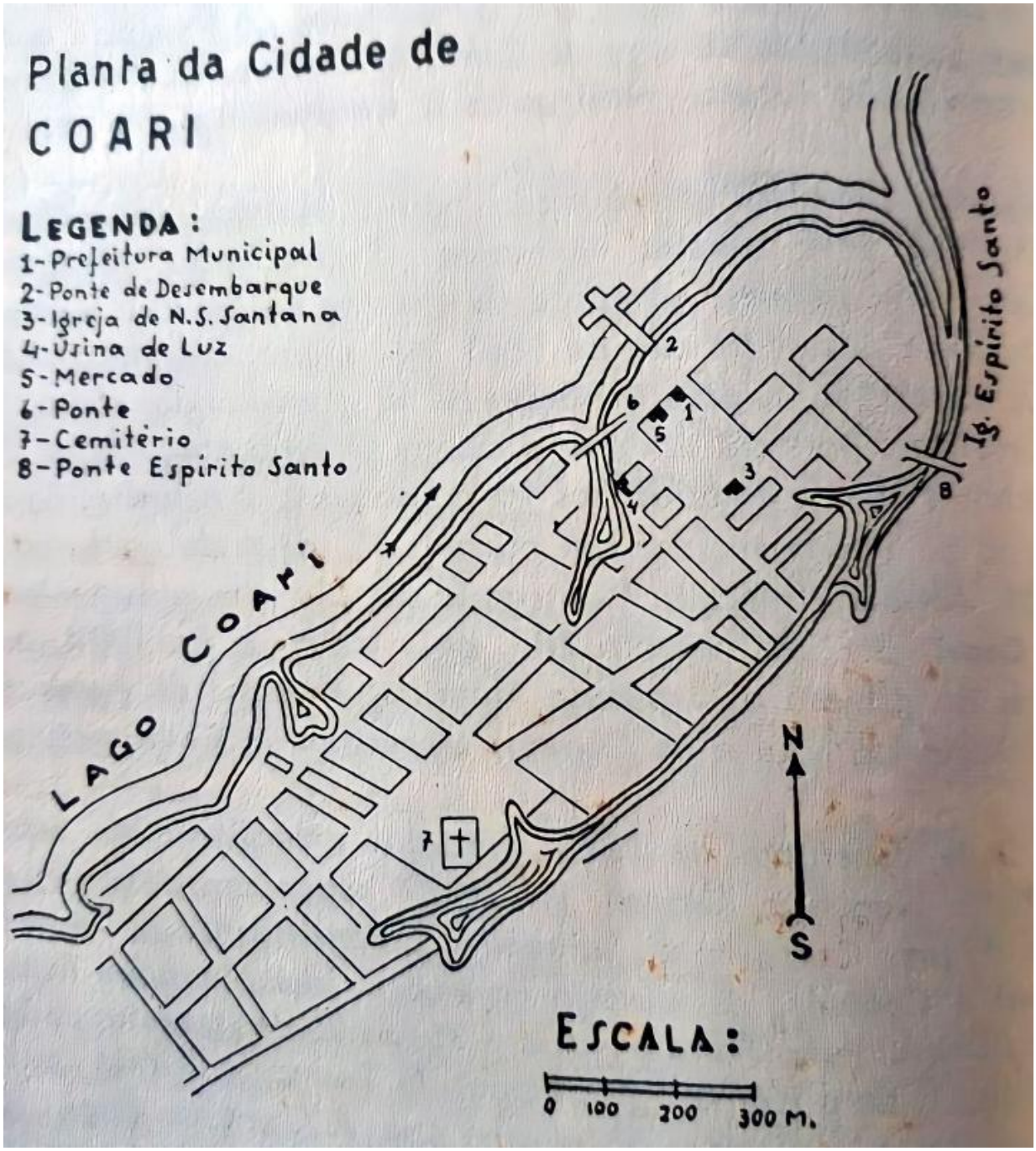
Já localizada no rio Solimões, entre os lagos Mamiá e Coari, em 02 de agosto de 1932 Coari foi elevada à categoria de cidade. Desde o seu surgimento, sua área territorial pertencia ao distrito sede de Tefé.

Alexandre Montoril (1946), ao prestar conta de sua gestão enquanto prefeito, descreve a cidade da seguinte forma:

> Foram 15 anos de contínuo labôr, a prol desta terra que encontrei em 1930, faquirisada no âmbito de cinco hectares de ruas a praças, limitada pelo semi-círculo da floresta milenar que a apertava na direção do lago, onde se debruça; com seu casario na maioria de taipa e barracas sem luz. Atualmente, 2000 habitantes sadios, formam o conjunto de sua população citadina, com residências higiênicas e estilizadas, um comércio florescente, luz elétrica, serviço de saúde e instrução eficientes e um movimento pronunciador de que já tem vida própria.

Anísio Jobim (1933), expôs que a cidade era dividida em dois planos, um constituído pela parte vizinha a ribeira, onde ainda nos dias atuais ocorrem alagamentos em determinados períodos, outro elevado, a chapada da colina sem declives abruptos. Com apenas dois bairros, divididos pelo igarapé São Pedro (Figura 17). Abaixo desse igarapé, quase a sair no Solimões, corre o igarapé Espírito Santo, de leito mais fundo envolvido por uma mata de igapó (Jobim, 1933).

Figura 17: Planta da Cidade de Coari na década de 1930.



Fonte: Retirado do livro Topônimos Amazonenses – Mello, 1967.

3.1.1. De vila à cidade do gás: a importância de Coari no cenário econômico amazonense.

A exuberância e o excedente de riquezas naturais foram determinantes no processo de mudanças ocorridas na região amazônica e sua inserção a economia mundial.

> A ocupação da Amazônia Brasileira correspondeu a um processo histórico não regular e dentro do contexto de inserção do Brasil à economia mundial. A região foi

> considerada exótica pelos colonizadores em função de sua complexidade biológica e foi sendo povoada e delimitada de acordo com as preocupações geopolíticas, no período colonial. Num primeiro momento, a sua exploração correspondeu às exigências do mercado voltado para o mercantilismo português. (Lira e Costa, 2012, p. 7).

Segundo as descrições feitas por Manuel Ayres de Casal e Pero Vaz de Caminha na publicação de Corographia Brasílica, ou Relação Histórico Geographica do Brazil, publicada por E. e Laemmert (1845) referenciado por Gomes (2016), é possível identificar o intenso comércio na região do rio Solimões, onde circulavam mercadorias europeias e saiam de lá, o cacau, salsaparrilha, óleo de copaíba, manteiga de tartaruga, pirarucu seco, favas de pixurim, café, algodão, urucu e madeiras para construção.

Mais tarde, na década de 1930, já com outras configurações, não tão alteradas, Gomes (2016), evidencia que a maioria da população da Vila de Coari ocupava-se com a extração do látex da seringueira, mas também havia o cultivo de cana de açúcar, mandioca, feijão, milho, arroz, batata dentre outras culturas. Mesmo não havendo mercado, a comercialização de peixes, tartarugas e diversos gêneros alimentícios eram vendidos no porto pelos caboclos ou pelo comercio de regatão (Jobim, 1930).

A economia girava em torno da indústria extrativista e cultura da seringueira, com destaque para a produção da banana (Plano Diretor Participativo, 2007).

Coari sempre possuiu uma economia considerada diversificada, e no período correspondente de 1980 à meados de 1990 a cultura da banana obteve grande expressão econômica (Seabra, 2022). Contudo, por volta de 1998, os bananais de Coari sofreram ataques fitoptológicos pela doença *Sigatoka* Negra, que entrou pela fronteira da Colômbia e Peru, destruindo parte dos bananais (Pereira e Gasparotto, 2008; Seabra, 2022). Destacam-se também a pecuária; avicultura; extrativismo vegetal; piscicultura e hortifruticultura, como meio de subsistência da população ribeirinha (Lira, 2013).

Quanto ao setor secundário, Seabra (2022), acrescenta a comercialização de outros produtos alimentares, pescado, gelo e o imobiliário, há também movimentação das atividades hoteleiras, comerciais e de serviços, assim como, estabelecimentos bancários, feiras e mercados municipais.

No final da metade do Século XX, a exploração do gás natural dinamizou a economia do município, influenciado pelo volume de petróleo extraído na Província Petrolífera de Urucu, e tornou o Amazonas o segundo produtor terrestre de petróleo e o terceiro produtor

nacional de gás natural, e Coari o maior produtor terrestre, abastecendo os estados do Pará, Amazonas, Rondônia, Maranhão, Tocantins, Acre, Amapá e parte do Nordeste (Plano Diretor Participativo, 2007).

3.2. DA ECONOMIA EXTRATIVISTA PARA MONETARISTA – O AUMENTO POPULACIONAL COMO OS PRIMEIROS IMPACTOS NO SISTEMA AMBIENTAL URBANO: o progresso e suas contradições.

Lira (2013), explica que a exploração de hidrocarbonetos em Coari foi iniciada na década de 1970 por meio da pesquisa de jazidas no solo, e no ano de 1986, a reserva petrolífera de Urucu, se tornou o primeiro campo comercial de petróleo e gás natural da Amazônia Ocidental Brasileira.

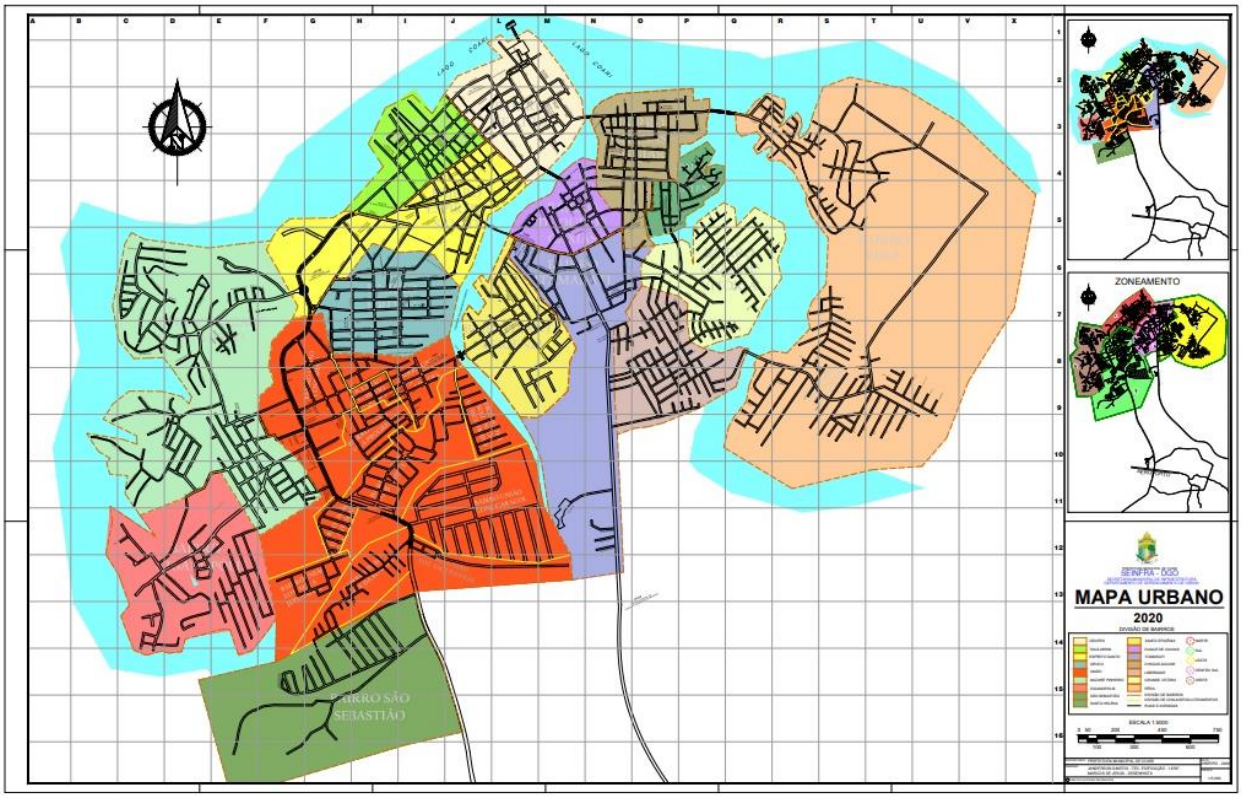
Ainda segundo Lira (2013), a instalação da unidade da Petrobras e de outras empresas nacionais, bem como o processo de migração populacional intramunicipal (rural-urbano) e de outros estados atraídos pelo "Eldorado do Petróleo e do Gás Natural" levou a um novo dinamismo socioambiental, impondo novos desafios e dinâmicas à população local. Sendo assim, estava se consolidando na Região do Médio Solimões um empreendimento de ampla envergadura e de grandes repercussões econômicas, sociais, culturais e ambientais.

Nesse sentido, foram concretizadas muitas alterações no contexto do município, para suprir as novas demandas que o gasoduto necessitaria para a exploração do gás. Tais alterações, incidiram em problemas para as populações rurais e urbanas, visto que, como consequência, houve o "desenraizamento de populações tradicionais, fragilidades identitárias, invenção de tradições, dentre outras repercussões introduzidas pelas atividades do petróleo" (Lira, 2013, p.76), que repercutiram no ambiente urbano pela oferta limitada de emprego pela falta de qualificação e demanda.

Segundo Soler (2007), na década de 1980 haviam cinco bairros: o Centro, e os bairros Espírito Santo, Chagas Aguiar, Santa Helena e Tauá-Mirim, e na década de 1990 ocorreu a construção dos conjuntos populares do Instituto de Previdência e Assistência Social do Estado do Amazonas (IPASEA) e Sociedade Habitacional do Estado do Amazonas (SHAM) impulsionado pela necessidade de expansão da cidade para além do Igarapé Espírito Santo, surgiram assim, os bairros Sham, União, Urucu, Duque de Caxias, Santa Efigênia e Itamarati. E, em 1996 surgiram os bairros Amazonino Mendes e Pêra.

Atualmente a cidade de Coari possui 16 bairros: Centro, Tauá Mirim, Espirito Santo, União, Santa Efigênia, Itamarati, Duque de Caxias, Chagas Aguiar, Santa Helena, Pêra, Urucu, Liberdade, Ciganópolis, São Sebastião, Grande Vitória e Nazaré Pinheiro (Figura 18).

Figura 18: Localização dos bairros de Coari - 2020.



Fonte: Seinfra, 2022.

Os igarapés Bucuará, Espírito Santo e Pêra, foram adaptados como parte da estrutura urbana da cidade, a partir da ocupação habitacional próximo de suas margens. Como consequência, devido a dinâmica das águas ocasionadas em períodos mais chuvosos parte da população moradora próxima a esses igarapés passam por alagações periódicas (Rodrigues, 2013).

O centro comercial se localiza no entorno da orla fluvial, e esta área, comporta residências tanto de terra firme como fluviais (as chamadas casas flutuantes, espécie de casas erigidas sobre toras de madeira, geralmente de açacu, que dão sustentação sobre as águas, oscilando de acordo com os ciclos hidrológicos) (Lira, 2013).

Soler (2007), mostra que assim como outros grandes projetos desenvolvidos na Amazônia, a exploração de petróleo e gás natural trouxe diferentes problemas de ordem socioambiental já previstos para a cidade de Coari. A habitação é a mais visível materialmente, já que se apresenta na paisagem da cidade de maneira que não se pode encobrir.

> Em Coari a problemática habitacional surge com a gênese das atividades petrolíferas, quando houve um incremento populacional de diversas partes do Brasil e ainda de ribeirinhos que migraram para a cidade em busca de melhores condições de vida. Uma parte, em função do processo especulativo da terra e do aumento do custo de vida, foi ocupar os bairros periféricos sem infraestrutura básica, e outra se dirigiu às áreas da orla fluvial, instalando-se em residências flutuantes. (Lira, 2013, p.99).

Esse cenário apresentado entra em contradição com os aspectos econômicos ligados a renda advindas dos royalties da exploração petrolífera que fornece ao município o segundo maior PIB da região (Seabra, 2022).

As moradias flutuantes formam um dos problemas mais graves com relação as alterações antrópicas no cenário hidrogeomorfológico, não apenas pelas oscilações geográfico-espaciais diante das fases do ciclo hidrológico, como pelas próprias mudanças desencadeadas na estrutura morfogenética da rede hídrica, estruturada durante todo seu processo de ocupação.

Dentro desse processo socioespacial, bairros e assentamentos urbanos surgiram a partir da inserção de pessoas de diversos lugares da região. E, nesse dinamismo intensificado de mudanças, possibilitou uma nova estruturação motivada pela contextualização social, calcada agora na proteção ambiental como Instituto de Saúde e Biotecnologia de Coari – ISB, vinculada a instituições de ensino superior como a Universidade Federal do Amazonas, Universidade do Estado do Amazonas e o Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Amazonas. Houve ampliação do quantitativo de escolas de educação básica, ginásios poliesportivos, praças e unidades básicas de saúde, hospital regional (convênio entre Secretaria de Estado da Saúde do Amazonas – SUSAM e Prefeitura de Coari), dentre outras ações públicas das três esferas governamentais (Lira, 2013).

Essas transformações, implicaram em mudanças do modo de vida de toda a população do município, seja as que habitam as comunidades ribeirinhas, e as que residem na cidade. E, por meio desse processo, o aparente apresenta uma estrutura que envolve os aspectos relacionados às alterações no ambiente, principalmente nos sistemas hídricos, por

consequência da apropriação e uso da terra pela necessidade de se incorporar aos novos contextos apresentados.

A presença de Coari no cenário econômico do Amazonas, desde de sua fundação, sempre foi evidenciado por sua localização estratégica, como entreposto em uma localidade e outra nos trechos percorridos pelo rio Solimões.

Em meados do ano de 1986 foi descoberto pela Petrobrás, na região do Urucu, as primeiras jazidas comercias de petróleo e gás natural (Gawora, 2003). A partir de então, entre os anos de 1987 a 1990, houveram várias perfurações próximas, que juntas formaram a província de petróleo e gás natural na província petrolífera de Urucu (Franzini, 2008).

O Plano Diretor, data desse mesmo período (1990), como instrumento de ordenamento e operacionalização de diretrizes contidas nas Constituições Federal e Estadual, na Lei Orgânica do Município e outros mecanismos de estímulo ao desenvolvimento municipal:

> Com efeito, no Arts. 187, estão expressas as normas para que a Política Urbana promova a ordenação do pleno desenvolvimento das funções sociais e econômicas da cidade (acesso à moradia, transporte público, comunicação, informação, saneamento básico, energia, abastecimento, saúde, educação, lazer, água tratada, limpeza pública, vias de circulação em perfeito estado, segurança, justiça, ambiente sadio, preservação do patrimônio ambiental, histórico e cultural), de forma a garantir padrões satisfatórios de qualidade de vida e bem-estar de seus habitantes, ressalvadas as identidades culturais. Ampliando essas especificações, as normas componentes do Estatuto da Cidade estabelecem que as ações propostas pelo Plano Diretor devem abranger o município como um todo, vale dizer, as áreas urbana e rural (Plano Diretor Municipal, 2007).

Apesar de estar contido no corpo do Plano Diretor, a previsão de estabelecimento da reserva de proteção ambiental, onde o zoneamento socioeconômico-ecológico do território estadual, constitui o documento balizador do uso e ocupação do solo e da utilização racional dos recursos naturais, como também a disposição do Código Ambiental, como instrumento de gestão ambiental, além da legislação que estabelece o perímetro urbano e os planos de proteção das margens dos cursos d'Água, a degradação é bem visível, sendo perceptível a não existência/ausência de mecanismos de monitoramento e fiscalização desses espaços, aspectos que inviabilizam o planejamento ambiental.

Quanto aos recursos hídricos o Plano Diretor faz "observância dos termos da Instrução Normativa nº 31, de 25/09/2005, do Ministério do Meio Ambiente, que dispõe sobre a proteção de lagos e bacias dos rios que banham o município de Coari". Onde orienta a necessidade de disciplinar a utilização dos apetrechos, equipamentos e métodos de pesca em

coleções d'água continentais, sob o domínio da União; a necessidade de promover a sustentabilidade e a renovação dos estoques pesqueiros; e, as deliberações tomadas pelas comunidades do município de Coari.

Oliveira (2012), em seu estudo sobre a caracterização dos impactos ambientais na bacia hidrográfica do Espírito Santo buscou verificar como é aplicada a legislação ambiental e hídrica nas Áreas de Preservação Permanentes (APP) no perímetro urbano da cidade de Coari, e como resultado, identificou que em 2012, apesar da cidade ter menos de 75.000 habitantes, já apresentava impactos relevantes nos seus mananciais hídricos urbanos. Sua pesquisa, revelou que dos oito pontos de coleta de água, sete estavam "com pH entre 7,06 e 6,63, que indica, segundo o Índice de Qualidade da Água – IQA, grau de contaminação" (Oliveira, 2012).

Outros dados que são necessários salientar, está relacionado ao fato de que 73% do esgotamento sanitário das águas servidas e dos banheiros não possuíam tratamento, sendo jogadas diretamente no igarapé. Os moradores das APP na cidade, já residiam nessas áreas por cerca de 1 a 10 anos, totalizando 56% dos moradores na bacia.

> Esta população assim localizada corresponde aos dois ciclos, ou fluxos populacionais oriundos das frentes de trabalho da Petrobrás, nos anos de 1996 e 2008. Mesmo que legalmente instruídas como áreas de vulnerabilidade natural, 54% das APPs foram ocupadas nos últimos 20 anos. Estes impactos ambientais já vêm causando prejuízos à população residente nestas áreas, sendo que 52% das doenças mais frequentes estão relacionadas à veiculação hídrica. Os alagamentos afetam aproximadamente 90% dos moradores da bacia, sendo que, a cada ano o transbordamento do canal de drenagem vem ocorrendo com maior frequência (Oliveira, 2012, p.57).

Verifica-se que em apenas um ano após a implantação da Base Geológica Pedro de Moura, a ocupação da cidade foi impulsionada por um contingente populacional que visava à oferta de emprego e geração de renda, vislumbrados pela implantação desta frente de trabalho (Oliveira, 2012). E, ao longo dessas últimas décadas, a exploração do gás, proporcionou o processo intensificado da urbanização da cidade de Coari, evidenciando cada vez mais, que junto a exploração de petróleo, vieram também os impactos ambientais, sociais e econômicos.

Seabra (2022), ao apresentar uma análise mais pormenorizada das transformações socioespaciais que ocorreram em Coari, expõe o contexto das primeiras reuniões entre os executivos da Petrobras e a comunidade de Coari. Em síntese, o 1º Seminário sobre o Gás de Urucu, promovido pela Comissão Pastoral da Terra – CPT, ocorreu nos dias 18 a 22 de maio de 1998, com a participação de mais 135 pessoas, entre professores, ribeirinhos, moradores

da cidade, vereadores, agentes de saúde, representantes de trabalhadores e entidades de apoio e assessoria (Seabra, 2022). Buscou-se analisar o projeto e conscientizar sobre os impactos sociais e ambientais, e as comunidades apresentaram seus relatos das consequências que estavam sofrendo em virtude dessa construção.

Dentre as consequências, a escassez de animais para caçar, a colheita e venda de castanhas reduzida em virtude da derrubada de algumas castanheiras para a construção de estradas, o crescimento da população descontrolado, pois muitos homens deixaram as suas casas no interior para tentar encontrar trabalho em Coari, e consequentemente segundo o relatório do Seminário, a noite e nos fins de semana, verificou-se grande índice de exploração sexual infantil, mas deixa claro que não existem estatísticas sobre o tema, assim como não inexistem dados sobre violência, drogas e doenças sexualmente transmissíveis (Seabra, 2022).

No relatório registrado por Gawora (1998), pontua-se que, a circulação monetária em Coari cresceu em função do Projeto Urucu, surgindo trabalhos no setor formal e, acima de tudo, no setor informal de serviços. Contudo, o desemprego alastrou-se em de forma mais intensiva pela falta de qualificação dos imigrantes do interior, os mesmos, ocuparam os novos bairros da cidade, e em consequência desse cenário de desemprego, a alimentação tornou-se precarizada, buscando alternativa de pesca no lago Coari.

Não obstante, os impactos ambientais biofísicos em virtude das obras de engenharia com a obstrução, represamento e assoreamento de igarapés ao longo do poliduto, reduziu a quantidade de peixes, contaminando a água, ficando imprópria para o uso na produção de farinha e morte da vegetação (Seabra, 2022).

No espaço de tempo de 24 anos, a partir de 1989, houve uma mudança no perfil do município de Coari, com a população urbana ultrapassando 70% de seu total (Almeida, 192).

De acordo com Seabra (2022), a primeira grande alteração no território foi a migração de ribeirinhos das comunidades próximas para a sede do município. Assim, Coari sai de uma população de 38.678 habitantes, em 1991, para 67.096 habitantes em 2000, apresentando um crescimento populacional muito superior à média nacional brasileira registrada no mesmo período.

Segundo dados do Censo do ano de 2010, a população do município de Coari possuía 75.965 habitantes, onde 65% eram residentes da área urbana e 35% viviam nas zonas rurais do município (IBGE, 2022).

De acordo com Almeida (2005), o fluxo migratório antrópico se dirigiu para a sede municipal, o que acarretou esvaziamentos na área rural de Coari.

Esse cenário evidenciou ainda mais os problemas de ordenamento territorial, visto que, a ocupação irregular e ausência ou incipiência de políticas públicas no gerenciamento, planejamento e fiscalização, principalmente nas áreas que se localizam as Áreas de Proteção Permanente, contribuiu nestes últimos anos, com o aumento do desmatamento e assoreamento nas bacias hidrográficas do sítio da cidade.

3.2.1. As alterações espaciais em Coari a partir de sua transição demográfica

O aumento populacional de Coari no final da década de 1980 é motivada pela exploração de gás e petróleo da região, por conseguinte, esse processo se evidencia ainda mais a partir da construção do Terminal Solimões (TESOL) nos anos de 1996 a 1999.

Esse crescimento demográfico, iniciado na década de 1970, na qual a população urbana era em torno de 9 mil habitantes em 1970 quase que dobra uma década depois, passando para 15 mil habitantes em 1980, completando sua transição de rural para urbana na década posterior com mais de 21 mil habitantes na cidade (IBGE, 2022).

Oliveira (2012), aponta o crescimento populacional numa periodicidade em torno de 30 anos, mostrando o incremento do aumento demográfico e concentração na sede do município entre os anos de transformação do seu contexto econômico.

Tabela 1: Crescimento demográfico do município de Coari em 1991, 2000, 2010 e 2022

POPULAÇÃO	1991	2000	2010	2022
Urbana/hab.	21.081	39.504	49.651	52.776
Rural/hab.	17.597	27.592	26.314	17.840
TOTAL	38.678	67.096	75.965	70.616

Fonte: IBGE, 2022; 2024.

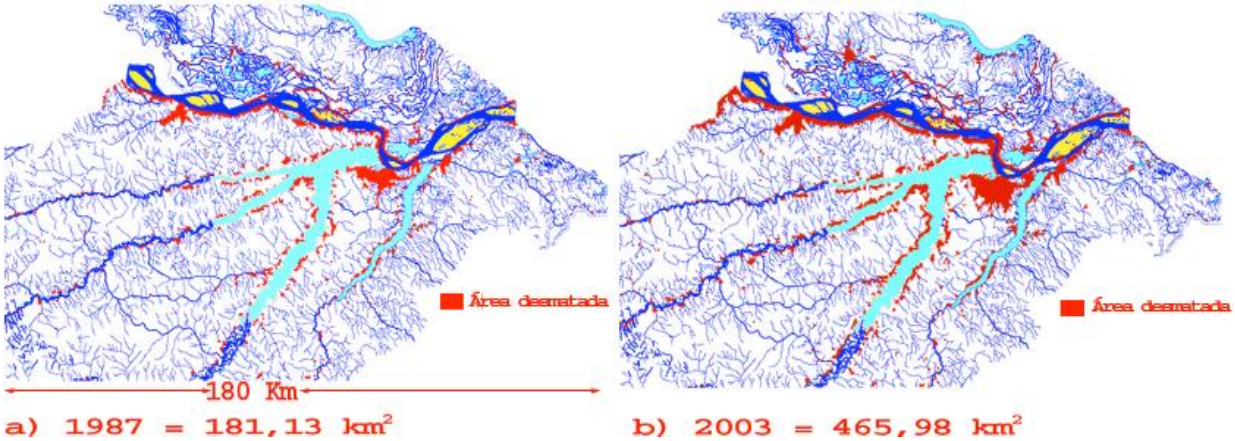
Com relação aos dados demográficos mais atuais, verificamos que apesar da diminuição do quantitativo total da população em 2022, os dados apontam o aumento na área urbana e expressiva diminuição na rural.

Contudo, as significativas mudanças nas décadas anteriores, provocou uma transição que influenciou diretamente na expansão antrópica que se concentrou próxima área urbana

> (...) e ao longo das margens do rio Solimões, dos lagos Mamiá, Ajura e Salsa, e dos igarapés do Pêra, Miriti, Água Branca e Envira, e na sede do município, provocou a aparição de novos bairros, ocasionando que a área desmatada e número de feições quase que triplicassem ao longo de 15 anos, passando de 21,82 km² em 1987 para 67,59 km² em 2003. (Almeida, 2008, p.77).

Almeida (2005), apresenta a expansão por meio de um diagrama, onde sintetizou a expansão antrópica ocorrida no período de 1987 a 2003, na área da cena TM/Landsat 233/63 (Figura 19). A expansão está representada na figura pela cor vermelha. Observa-se que, "excetuando a área urbana de Coari, representada na figura pelo polígono vermelho de maior dimensão, essa expansão é resultante do crescimento das comunidades ao longo das margens dos lagos, rios e igarapés do município de Coari" (Almeida, 2005).

Figura19: Diagrama representativo da síntese da expansão antrópica, em 1987 a 2003, por desmatamento, na área da cena TM/Landsat 233/63.



Fonte: Retirado de Almeida, 2005, p.183.

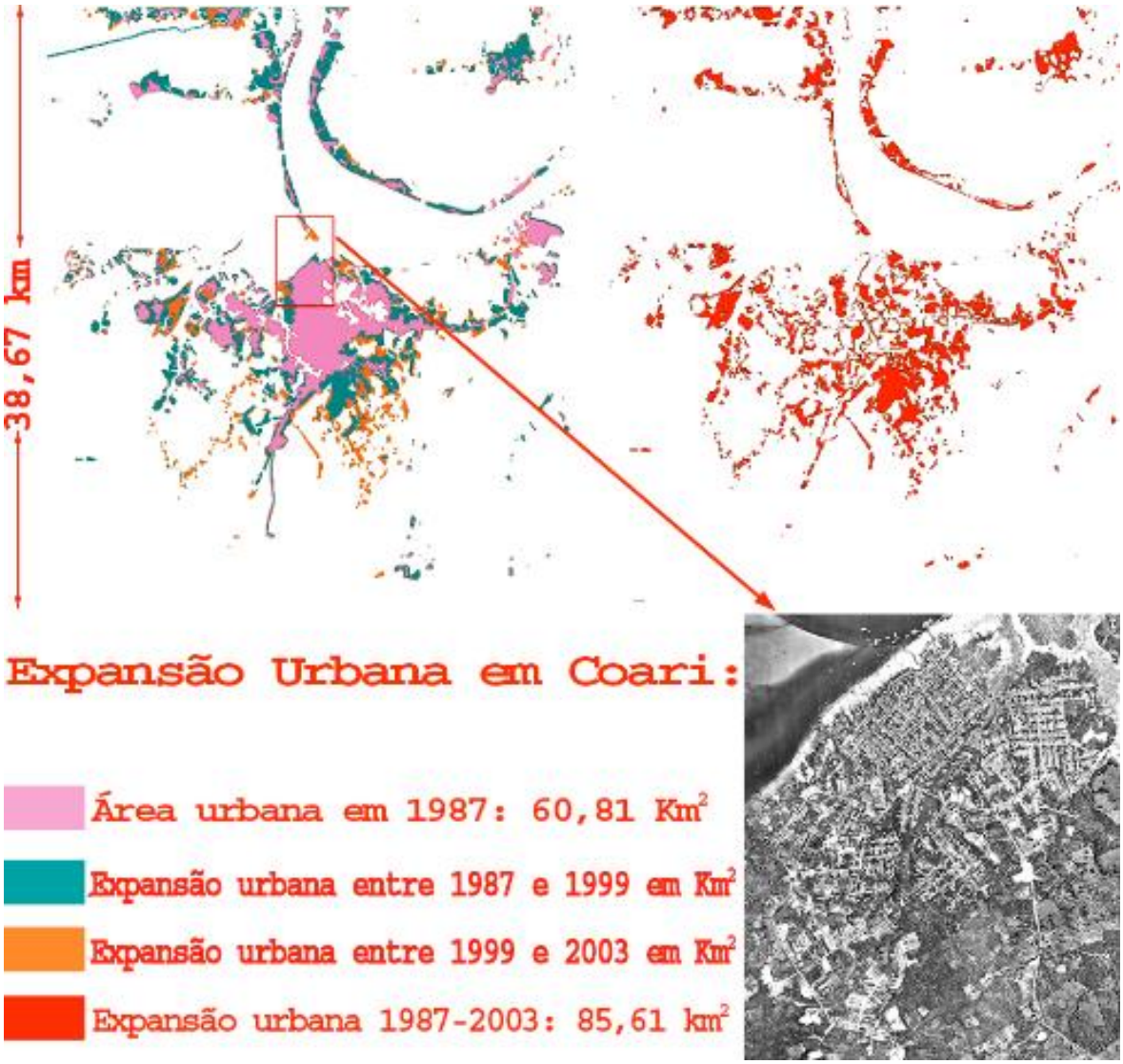
Para apresentar o processo de expansão e o desmatamento especificamente da área urbana de Coari, Almeida (2005), apresenta uma imagem que teve por objetivo mensurar a expansão antrópica entre 1987 e 2003, onde utilizou o algoritmo de análise espacial de álgebra de mapas executado com o emprego da linguagem Legal[10] (linguagem espacial para geoprocessamento algébrico) (Figura 20).

Sendo assim, nas áreas representadas por cores, com a respectiva legenda na parte inferior esquerda da figura, é possível visualizar como aconteceu, em termos de ocupação do

[10] A linguagem Legal, inserida no módulo de análise espacial do Spring, é definida uma nova categoria (modelo de dados), do tipo temático, com uma classe que permitirá se mapear e contabilizar as áreas de expansão antrópica, no intervalo de tempo estudado (Almeida, 2005).

espaço pelo adensamento populacional na área urbana. Observa-se ainda que as áreas de cor ciano são maiores, caracterizando que a expansão foi mais acentuada nesse período, o que coincide com as obras de construção e prontificação do poliduto Urucu - Coari e do Tesol (Almeida, 2005).

Figura 20: Expansão urbana na Cidade de Coari entre os anos de 1987 a 2003.



Fonte: Retirado de Almeida, 2005, p.187

Guilherme *et al.* (2016), em seu estudo sobre a mudança do uso e ocupação do solo no município de Coari - AM por meio do índice de vegetação da diferença normalizada (NDVI) calculado a partir de imagens Landsat 5 TM em 1986 e 2009, identificou o aumento de solo exposto/área urbana e diminuição da área de floresta densa, demostrando o avanço da atividade antrópica sobre a região (Figura 21).

Na análise comparativa do levantamento de imagens feita por Guilherme *et al*., (2016), apresentam-se duas imagens da área onde se localiza a cidade de Coari em cor verdadeira, capturadas em 1986 e 2009, respectivamente. Dessa forma, é possível identificar em 20 anos, a proporção do aumento das áreas de solo exposto na cidade e entorno do município.

Figura 21: Imagens do satélite Landsat 5 TM do município de Coari – Amazonas/Brasil nos aos de 1986 e 2009.

Fonte: Retirado de Guilherme *etal*., 2016, p. 305.

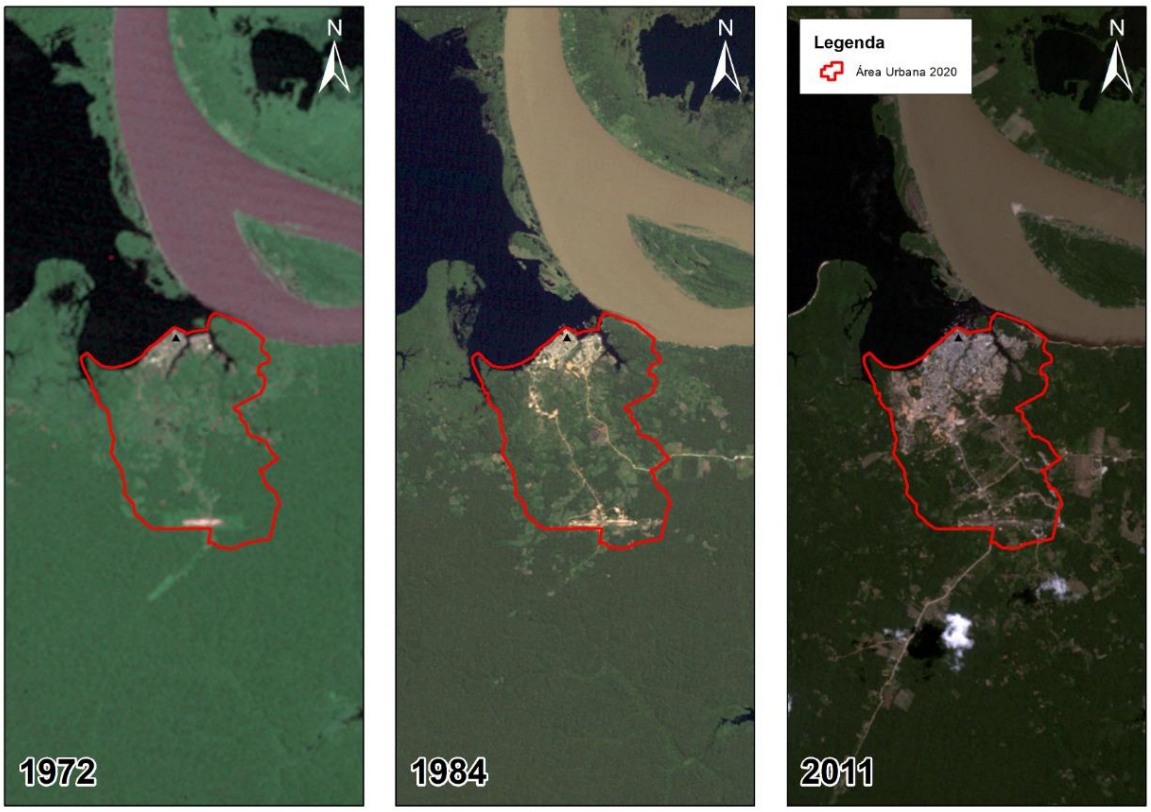
As imagens datam (a) dia 07/08/1986 e (b) Imagem do dia 08/08/2009. Observa-se o Terminal Solimões (1); solo exposto/cidade (2); regiões típicas de desflorestamento (3).

Por meio das imagens é possível estabelecer critérios para classificar o tipo de cobertura da região estudada. Verifica-se a extensão do uso e ocupação do solo no período de tempo proposto, bem como o avanço da área urbana sobre a floresta nos arredores da cidade de Coari e regiões ribeirinhas.

Numa outra análise sobre a periodicidade, verifica-se os contornos da cidade de Coari (Figura 22), onde apresenta no final da década de 1970, sua sútil expressividade em meio a densa área florestada, o rio Solimões e seus lagos, inclusive o limite urbano que na época era a bacia do igarapé Espírito Santo até a bacia do igarapé do Pêra. A segunda imagem em

meados da década de 1980, mostra a expansão em direção sudeste e sudoeste, para além dos limites da bacia do Espírito Santo, representando o início de seu processo de ocupação, supostamente pela expectativa da exploração do gás e petróleo. Na terceira imagem, 27 anos depois, observa-se o adensamento populacional impulsionado pelas novas configurações socioeconômicas e consequentemente socioambientais imposta por esse processo, e a ultrapassagem para depois dos limites da bacia hidrográfica do Pêra, como também às margens da bacia do igarapé Bucuará.

Figura 22: Série histórica da expansão do tecido urbano da cidade de Coari - AM.



Fonte: Organizado por Davy Rabelo e Giselane Campos, 2022.

Ao se identificar as transformações do uso e ocupação da terra, verifica-se também que a carga de impactos ambientais se instalou em determinadas áreas da cidade com maior intensidade, neste caso, a expansão urbana da cidade de Coari seguiu nas margens de suas Bacias Hidrográficas localizadas em perímetro urbano.

CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. A HIDROGEOMORFOLOGIA NO CONTEXTO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS URBANAS DE COARI E A URBANIZAÇÃO COMO IMPACTO ANTROPOGÊNICO DOS CURSOS D'ÁGUAS.

Esse capítulo se refere a descrição das observações, bem como análise dos aspectos relacionais entre o Sistema Ambiental e o Sistema Antropogênico, de modo a entender como interagem entre si. Buscamos classificar e quantificar as interferências mais visíveis a partir da aplicação do PAR-R (Protocolo de Avaliação Rápida de Rios) e análise físico-química dos igarapés, já descritos na metodologia, de forma a compreender que a paisagem urbana no contexto das Bacias Hidrográficas, resulta de integrações de fatores, como, relevo, declividade, uso e ocupação do solo, áreas verdes, impermeabilização do solo e as demais interferências submetidas ao canal das suas vias hídricas.
Assim, definimos que o termo bacia hidrográfica seria usado como referência aos igarapés envolvidos no estudo, por entendê-los, como unidade de planejamento ambiental previsto na Lei 9.433 de 1997, que institucionaliza a bacia hidrográfica como unidade territorial para implantação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.
Observamos individualmente as bacias hidrográficas do igarapé Espírito Santo, do igarapé Pêra e do igarapé Bucuará, para posteriormente discorrermos sobre as correlações de seus impactos, ilustrando a cartografia temática de síntese representativa de seus elementos hidrogeomorfológicos a partir da urbanização da cidade.
Os aspectos explorados foram levantados na coleta dos dados correspondentes a observação direta no campo, junto as informações prestadas pela Secretaria Municipal de Obras e Infraestrutura do município de Coari e registro das informações por meio da aplicação formulário (anexo). A coleta do PAR-R, ocorreu no período de cheia dos rios em junho de 2023, e, da análise físico-química da água, em outubro e dezembro de 2023.

4.1.1. A caracterização das alterações antropogênicas na Bacia Hidrográfica do Igarapé Espírito Santo.

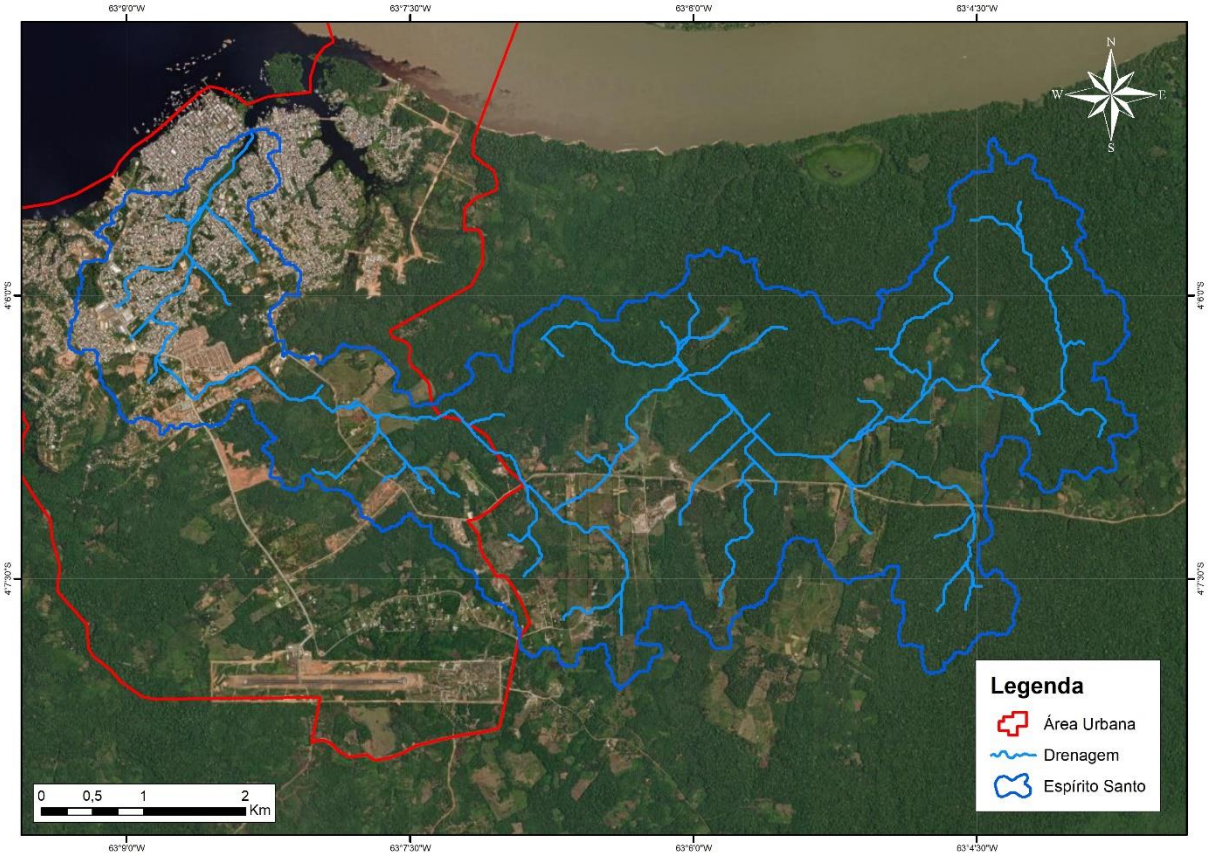
O igarapé Espírito Santo localiza-se no centro urbano da cidade, dividindo-a ao meio (Figura 23). Essa bacia hidrográfica urbana[11], em seu passado e presente, vêm sofrendo com as intensas modificações demandadas pelas atividades antropogênicas, por uso e ocupação da terra, nos períodos de expansão da malha urbana de Coari. Essas ações configuram, reconfiguram e alteram sua rede de drenagem.

Alterações de forma mais enfática e constante, como já citadas, iniciaram no final da década de 1980, período de consolidação da exploração do Gasoduto, no qual atraiu empresas como a Odebrecht, Techint e Conduto (Oliveira, 2012), junto a elas, migrantes advindos do

[11] Importantes células de análise socioespacial, já que são essas bacias, principalmente em grandes cidades, que regulam a drenagem pluvial e a rede geral de esgoto, além da captação de água para consumo (como ocorre em pequenas e médias cidades) (Carmo Filho, Rebelo e Oiveira., 2021).

interior do município, de outros municípios e de outras regiões do país, atraídos pelas oportunidades da terra do gás.

Figura 23: Delimitação da Bacia Hidrográfica do Igarapé Espírito Santo.



Fonte: Organização Davy Rabelo e Giselane Campos, 2024.

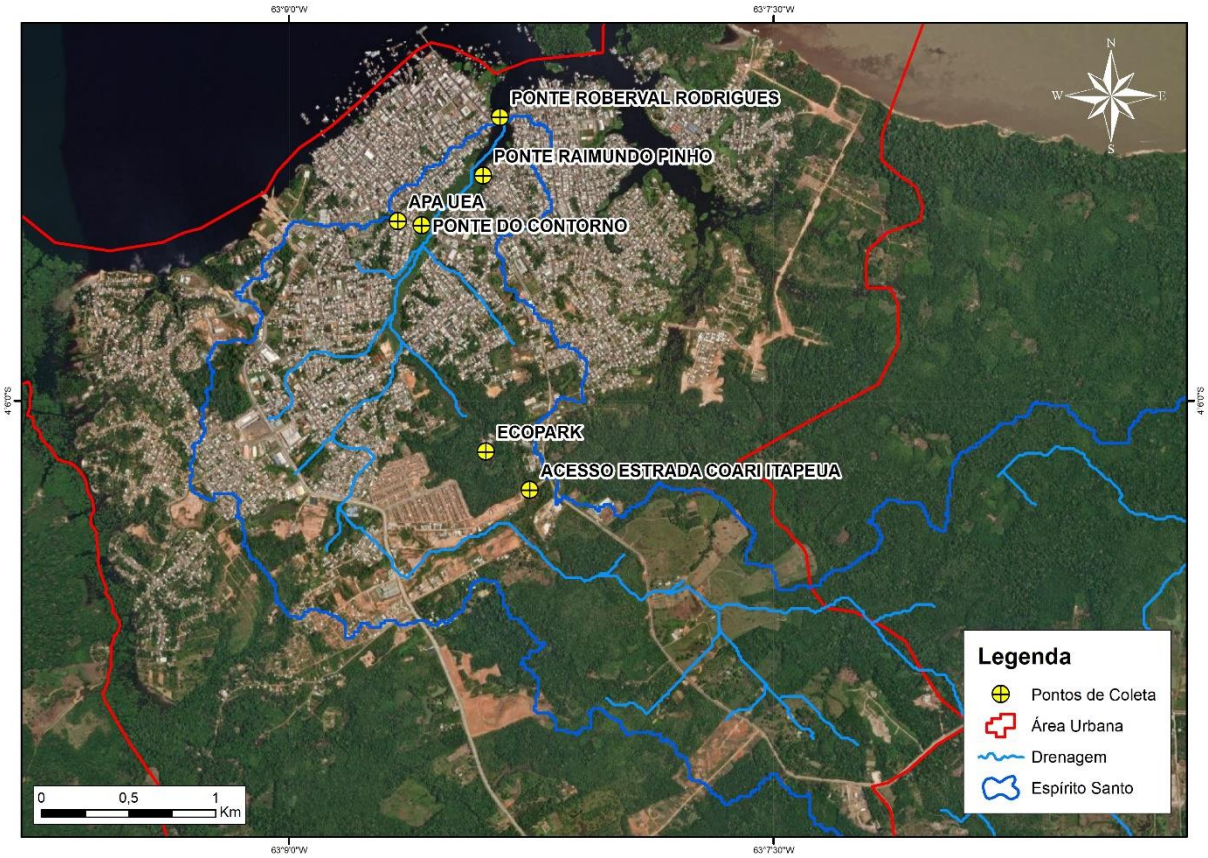
Muitos foram os problemas que surgiram, tais como, ocupação urbana irregular, associada à ausência de ações públicas para gerenciar, planejar e fiscalizar as Áreas de Proteção Permanentes, que favoreceu o aumento do desmatamento no entorno das bacias hidrográficas, principalmente nas direções Leste e Sul (Oliveira, 2012), onde está localizada a bacia do igarapé Espírito Santo.

Essa unidade espacial, integra aspectos físicos e sociais em seu entorno. O que nesse caso, leva a uma preocupação com relação ao funcionamento de seu Sistema Ambiental, pois o assoreamento de seu canal é visível, e, traz como consequência riscos de contaminação das águas que seguem seu curso até desaguar no rio Coari.

A avaliação do estado de integridade do igarapé Espírito Santo, foi aferido por meio da aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR-R) em alguns pontos da bacia (Figura

24), a partir dos elementos nele contidos (ocupação, erosão, água, sedimentos, vegetação, fauna, elementos antrópicos) e seu entorno imediato (Botelho, 2013).

Figura 24: Pontos de observação e coleta no Igarapé Espírito Santo.



Fonte: Organização Davy Rabelo e Giselane Campos, 2024.

Na observação do primeiro ponto (P1), buscamos o canal mais próximo da nascente dentro do perímetro da cidade, devido as dificuldades de acesso ao seu minadouro. Esse ponto referenciado, fica localizado no acesso da estrada Coari/Itapeua ao conjunto residencial Iacy Dantas (figura 25).

Figura 25: Ponto P1 – Acesso ao Conjunto residencial Iacy Dantas pela estrada Coari/Itapeua. a) Rua que liga a estrada Coari/Itapeua ao Conjunto residencial Iacy Dantas; b)Trecho de passagem sobre o Igarapé Espírito Santo ao Conjunto residencial Iacy Dantas.

Fonte: Giselane Campos. Registro de campo, junho de 2023.

Trata-se de uma clareira aberta, no qual foi ligado um trecho a outro da cidade, mais precisamente a região Oeste a Leste, por cima do igarapé em questão, por meio de estrutura tubular de esgoto para sua passagem (Figura 26).

Figura 26: Observações no ponto P1 a) Margem direita do Igarapé Espírito Santo; b) Estrutura de passagem do Igarapé; c) Tubulação de passagem do Igarapé

Fonte: Giselane Campos. Registro de campo, junho de 2023.

Ponto (P2), localizado no EcoPark, balneário situado na estrada Coari Itapeua, próximo ao P1 (Figura 27). Local de uso e ocupação comercial de recreação.

Figura 27: Ponto P2 – EcoPark. a) Área de lazer do EcoPark, Igarapé Espírito Santo na sua lateral esquerda; b) Igarapé Espírito Santo no entorno do EcoPark.

Fonte: Giselane Campos. Registro de campo, junho de 2023.

Observamos que as construções do empreendimento, acompanham o formato do canal, porém, o igarapé não é usado para banho, e sim, as piscinas artificiais cloretadas.

As imagens da Figura 28, mostram a segregação do igarapé, onde parte de suas margens foram concretadas por meio dos muros que delimitam sua presença dentro do local.

Figura 28: Delimitação da passagem do Igarapé Espírito Santo no P2, EcoPark. a) Estrutura para construção do muro contornando o Igarapé Espírito Santo; b) Lateral construída separando o Igarapé; c) Acesso de concreto sobre o Igarapé dentro do EcoPark.

Fonte: Giselane Campos. Registro de campo, junho de 2023.

O ponto 3 (P3), fica na Rua C, bairro União, ao lado da Área de Preservação Permanente (APP) (Figura 29).

Figura 29: Ponto P3 – Área de Preservação Permanente. a) APP do Igarapé Espírito Santo; b) Lateral da APP do Igarapé Espírito Santo.

Fonte: Giselane Campos. Registro de campo, junho de 2023.

Nesse local há um nível de ocupação humana acentuada às margens do Igarapé onde fica situada a APP. Disciplinadas pelo Código Florestal, Lei nº12.651/2012, ao qual admitiu exceção em seu art. 8°, que permitiu regularização fundiária de interesse social, por meio de diferentes critérios para sua preservação.

Não obstante, esse quadro chama a atenção, pela desassistência a integridade da vegetação, bem como, pelo Igarapé que foi atravessado pelo aterramento para passagem da rua, e suas margens são ocupadas na medida em que suas águas permitem (figura 30).

Figura 30: a) Igarapé Espírito Santo na APP; b) Placa de sinalização da APP; c) Direção do escoamento de água para dentro do canal do Igarapé Espírito Santo; d) Ocupação na margem do igarapé Espírito Santo na APP.

Fonte: Giselane Campos. Registro de campo, junho de 2023.

O ponto (P4), se localiza na passagem da estrada do Contorno, próximo a Escola Estadual Prefeito Alexandre Montoril (Figura 31).

Figura 31: Ponto P4: a) Estadual Prefeito Alexandre Montoril; b) Igarapé Espírito Santo.

Fonte: Giselane Campos. Registro de campo, junho de 2023.

Esse mesmo ponto, ao qual identificamos como (P4), se registrou intervenções em prol do crescimento das áreas urbanas da cidade. Essa integração entre os bairros Duque de Caxias e Espírito Santo, ocasionou o aterramento desse trecho do canal. Tais intervenções levaram ao aumento das áreas de transbordamento da Bacia, registrado pelos estudos de Oliveira (2012), conforme figura 32.

Figura 32: Área de transbordamento no curso médio do canal principal da bacia do Espírito Santo.

Fonte: Ercivan Gomes de Oliveira, 2012.

O quinto Ponto (P5) fica na ponte do bairro Duque de Caxias, nomeada como Raimundo Pinho (Figura 33). Os impactos do igarapé nesse local, se concentram no tipo de ocupação encontrada em suas margens. Portanto, as ações antrópicas se tornam mais acentuadas devido a diversas questões ligadas ao habitar.

A Figura 33 expõe a estrutura dessa ponte e o acesso precarizado do ir e vir dos moradores dos bairros Duque de Caxias e Centro, registramos grande debilidade do ambiente nos arredores. A ponte é de madeira, que pelo tempo e uso, apresentam infraestrutura frágil, com muitos remendos feitos pelos moradores locais.

Figura 33: Ponto P5, a) Entrada da Ponte Raimundo Pinho; b) Trecho da Ponte Raimundo Pinho

Fonte: Giselane Campos. Registro de campo, junho de 2022.

Do outro lado da ponte (Figura 34) nos deparamos com o mesmo contexto, casas nas margens do igarapé, onde há despejo de águas servidas e lixo de diversas origens.

Figura 34: Ponte Raimundo Pinho – Duque de Caxias; P5, a) Entrada da Ponte Raimundo Pinho; b) Trecho da Ponte Raimundo Pinho

Fonte: Giselane Campos. Registro de campo, junho de 2023.

O ponto 6 (P6) se localiza na Ponte Roberval Rodrigues, trecho principal de ligação entre os bairros mais antigos como o centro, Tauá Mirim e Espírito Santo com os bairros Chagas Aguiar, Santa Helena, Pêra e os demais bairros criados pelos processos de expansão da cidade.

Na passagem pela ponte, o igarapé Espírito Santo encontra com o rio Coari, portanto, esse trecho configura seu canal exutório, liberando tudo o que carrega desde sua nascente, e o que mais foi despejado em seu percurso.

Notamos a existência de muitas casas, comércio e embarcações nessa passagem. Vale ressaltar que era nesse ponto que em todos os fins de tarde ocorria a comercialização de pescado. Os resíduos descartados, eram orgânicos como as vísceras de peixes, como também, sólidos e líquidos; os de origem tecnogênicas, como as sacolas plásticas; e, efluentes, como as

águas servidas. Em decorrência disso, encontramos muitas macrófitas que surgem pela dinâmica desse processo de eutrofização[12].

Figura 35: Registros do Igarapé Espírito Santo. a) Trecho do Bacia do Igarapé Espírito Santo; b) Foz do Igarapé Espírito Santo; c) Ponte Roberval Rodrigues; d) Rio Coari.

Fonte: Registros de campo, abril de 2022 e junho de 2022.

As pontuações atribuídas aos dados coletados nos pontos, foram adaptadas em Corrêa e Costa (2019) para a realização do diagnóstico ambiental qualitativo, já descrita na metodologia deste estudo. Buscamos a simplificação na estimação observacional, com intervalos de 0, 2, 3, 4 até 5 pontos, sendo essa estimativa, adaptativa para determinados parâmetros avaliados. O quadro descritivo, apresenta pontuações máximas e mínimas atribuídas no registro de campo.

Assim, a somatória dos níveis de perturbação dos parâmetros avaliados ficou: de 0 – 40 pontos, considerado impactado; de 41 – 60 pontos, alterados; e acima de 60 pontos, considerado natural, demostrado no Quadro 2.

[12] É o processo de poluição de corpos d´água, como rios e lagos, que acabam adquirindo uma coloração turva ficando com níveis baixíssimos de oxigênio dissolvido na água. Isso provoca a morte de diversas espécies animais e vegetais, e tem um altíssimo impacto para os ecossistemas aquáticos. Fonte: http://ecologia.ib.usp.br/lepac/conservacao/ensino/des_eutro.htm.

Quadro 2: Resultados da aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida no Igarapé Espírito Santo.

DESCRIÇÃO DO AMBIENTE	P1	P2	P3	P4	P5	P6
1.Tipo de ocupação encontrada nas margens do rio	3	5	5	5	3	3
2. Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento	2	2	2	2	2	0
3. Alterações antrópicas	2	2	2	2	2	0
4. Cobertura vegetal no leito	3	3	3	3	3	0
5. Odor da água	5	5	5	5	2	2
6. Oleosidade da água	5	5	3	3	0	3
7. Transparência da água	2	2	2	2	2	2
8. Tipos de Substrato	2	4	2	0	2	2
9. Alterações no canal do rio	2	3	0	0	0	0
10. Presença de mata ciliar	3	3	3	0	0	0
11. Estabilidade das Margens	3	3	3	2	2	2
12. Presença de plantas Aquáticas	3	3	2	2	2	2
13. Lixo no entorno	0	3	2	0	0	0
14. Saneamento	0	2	0	0	0	0
15. Fauna no entorno	3	4	3	3	0	0
Somatória	38	49	37	29	20	16

Fonte: Dados organizados a partir da aplicação do PAR-R, 2023.

Ótimo = 5	Bom = 4	Moderado = 3	Regular = 2	Ruim = 0

Para classificação qualitativa dos aspectos observados, utilizamos cores frias na identificação dos parâmetros com menor nível de perturbação ou alteração, e, cores quentes, para os parâmetros sob condições de degradação/alteração.

Assim, qualificamos “ótimo” ou “bom” o parâmetro em que o nível de alteração é pouco ou nada perceptível, “moderado” para o nível de alteração baixo e visível, “regular” quando além de visível já causa dano ao ambiente, e, “ruim” para o nível de alteração muito perceptível, com alto grau de impacto.

Os dados demonstram que os pontos P1, P3, P4, P5 e P6 estão impactados. E, alterado no ponto P2. Apontando que o trecho analisado do igarapé Espírito Santo está assoreado com baixo grau de preservação.

Para auxiliar no processo avaliativo da qualidade da água do Igarapé Espírito Santo, mensuramos seu padrão de qualidade físico-química. Foram considerados critérios com base em determinados parâmetros referenciais do Conselho Nacional de Meio Ambiente que normatiza os limites estabelecidos na Resolução CONAMA, n° 357 de 17 de março de 2005.

Como explanado nos procedimentos metodológicos, os pontos de coleta foram definidos com base na sua representatividade, como, facilidade de acesso e segurança da amostragem. O período em que foi possível fazer esse tipo de análise, ocorreu no momento em que sobrevinha a seca histórica, fim do mês de outubro e início do mês de novembro de 2023. Dois pontos foram aferidos, afim de estimar as condições ambientais em que se encontrava esse corpo hídrico no momento da coleta. P1 EcoPark, ponto próximo a nascente, e, ponto P2, na Ponte Roberval Rodrigues, na sua foz (Tabela 2).

Tabela 2: Resultados da análise físico-química do Igarapé Espírito Santo

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DAS ÁGUAS DO IGARAPÉ ESPÍRITO SANTO									
Pontos	**Horário**	**PARÂMETROS**							
	Data	**pH** 6 - 9	**T°C** 4°– 30°C	**OD** (10 - 60%)	**OD** (6mg/L)	**DBO** (3mg/L)	**CE** 10 – 100 µS.cm-¹	**STD** Até 1000 ppm	**TURB** (40 U.T)
P1 - Ecopark	08:09 23/11/23	8,9	27,1	34	1,38	1,31	50	20	167,4
P2 – Ponte Roberval Rodrigues	8:59 23/11/23	7,5	28,4	41,5	3,18	3,75	230	110	63,8

Fonte: Dados analisados por Willison Campos, outubro/novembro, 2023; Organizado por Giselane Campos, 2024.

Na Tabela 2, identificamos os pontos e os parâmetros com seus respectivos valores de referências. Assim, temos os seguintes parâmetros: Potencial Hidrogeniônico (pH), Temperatura (T°C), Oxigênio Dissolvido (OD% e OD mg/L), limites de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO mg/L), Condutividade Elétrica (CE µS.cm-¹), Sólidos Totais Dissolvidos (STD ppm), e Turbidez (U.T).

O pH medido ficou dentro dos valores de referências nos dois pontos analisados, contudo, o ponto P1, no limite indicado, sinalizando limite de acidez ou alcalinidade da água (Barbosa, 2015). Valores de pH fora da faixa de 6 a 9, podem resultar na inibição parcial ou completa dos processos metabólicos dos microorganismos envolvidos na estabilização da matéria orgânica, especialmente pelo processo anaeróbio. (Vieira, s/d).

A temperatura medida entre os dois pontos teve uma variação de um pouco mais de 1°C, não obstante, os valores se encontram dentro do âmbito da faixa de temperatura usual em águas superficiais, de 4°C a 30°C. É importante ressaltar que a coleta foi feita no período

de severa estiagem e as variações de temperatura dos cursos d'água são sazonais e acompanham as mudanças do clima durante o ano (Muniz, 2013). As elevações da temperatura aumentam a taxa das reações químicas e biológicas indicando a diminuição de solubilidade dos gases como o oxigênio dissolvido, que não solubiliza no corpo hídrico se a temperatura aumentar muito (Santos *et.al.*, 2021).

O DBO do ponto P2 apresentou valor um pouco maior que o padrão de referência, sugerindo certo nível de poluição nesse local, visto que, altos índices podem gerar a diminuição e até a eliminação do oxigênio presente nas águas (Fiorutti e Benedetti Filho, 2005).

Os valores do CE ficaram em 50 µS cm^{-1} no ponto P1, e, 230 µS cm^{-1} no ponto P2, observando o valor maior que o dobro da referência do parâmetro nesse segundo ponto. Ressaltamos que a "condutividade está relacionada à concentração de íons dissolvidos, e por isso é um importante indicador de lançamento de efluentes" (Barbosa, 2015, p.25).

Por outro aspecto, a condutividade elétrica representa o potencial da água natural de transportar corrente elétrica em detrimento da aparência de substâncias dissolvidas (Gonçalves, 2009), nesse sentido, está relacionada com a concentração de Sólidos Dissolvidos Totais, parâmetro muito sensível ao lançamento de efluentes o que facilita avaliar a qualidade do corpo hídrico (Vieira, s/d).

Nos resultados apresentados verificamos que o ponto P1 e P2 tiveram seus resultados bem divergentes, 20ppm no P1, e, 110ppm no P2, mas ainda assim, dentro dos parâmetros legais.

Quanto a turbidez, a normativa indica o valor de 40U.T., o ponto P1 marcou 167,4U.T. e o ponto P2 63,8U.T., todos fora da referência, com visibilidade aparente, conforme expomos na figura 36, que apresenta a cubeta[13] usada para coleta e verificação da amostra. Deduzimos que a alteração no P1, se deve a presença de partículas em suspensão, que consequentemente ocasiona modificações nas condições de iluminação das águas, influenciando na fotossíntese e no crescimento das plantas aquáticas, especialmente em águas paradas ou com baixa velocidade de escoamento (Vieira, s/d). Consideramos também,

[13] Cubeta / Recipiente: é um pequeno recipiente utilizado para conter o material a ser analisado. As cubetas podem ser quadradas, retangulares ou redondas e são constituídas de vidro, sílica (quartzo) ou plásticas. Disponível: https://kasvi.com.br/espectrofotometria-principios-aplicacoes/.

a influência da fumaça das queimadas, que estavam ocorrendo no período em que foi feita a coleta de dados.

Figura 36: Análise físico-química da água do Igarapé Espírito Santo

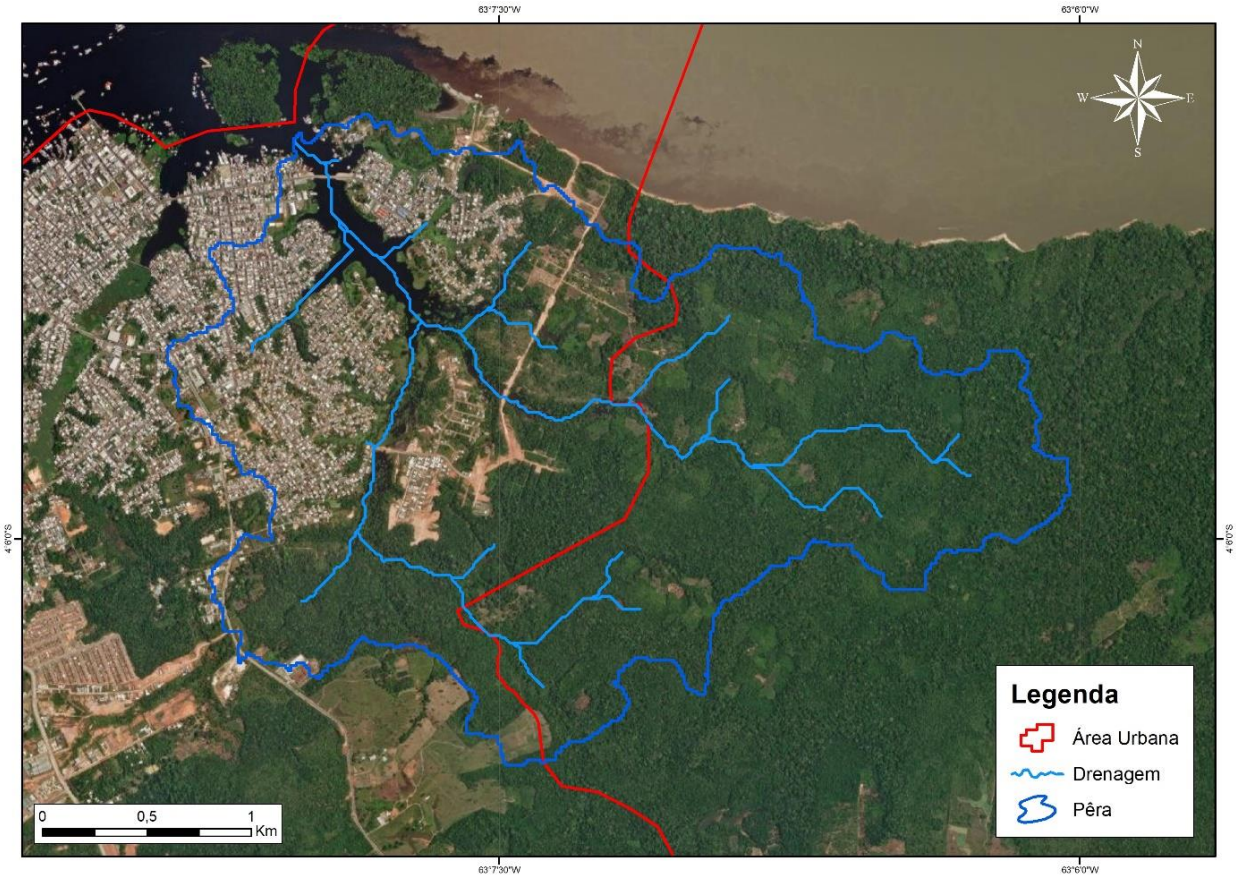
Fonte: Giselane Campos. Registros de campo, outubro de 2023.

Os parâmetros analisados nos pontos P1 e P2, apresentaram algumas variações fora dos critérios da resolução CONAMA nº 357/2005. Por esses resultados, identificamos níveis de comprometimentos em relação ao seu estado de assoreamento, devido principalmente a ação do antrópica ligada a urbanização e a falta de infraestrutura.

4.1.2. A caracterização das alterações antropogênicas na bacia hidrográfica do igarapé Pêra.

A bacia hidrográfica correspondente ao igarapé Pêra, localiza-se entre os bairros, Chagas Aguiar, Santa Helena, Grande Vitória, Pêra e Liberdade (Figura 37).

Figura 37: Delimitação da Bacia Hidrográfica do Igarapé Pêra.



Fonte: Organização Davy Rabelo e Giselane Campos, 2024.

Seu canal principal e afluentes contornam todo limite territorial do bairro Pêra pela margem direita do igarapé. E, os demais bairros, têm seus limites banhados pela outra margem. Suas águas se misturam com o rio Coari Grande que vão de encontro com o rio Solimões (Figura 38).

Figura 38: Encontro do Igarapé Pêra com o Rio Coari e o Rio Solimões: a) Igarapé Pêra; b) Rio Coari; c) Rio Solimões.

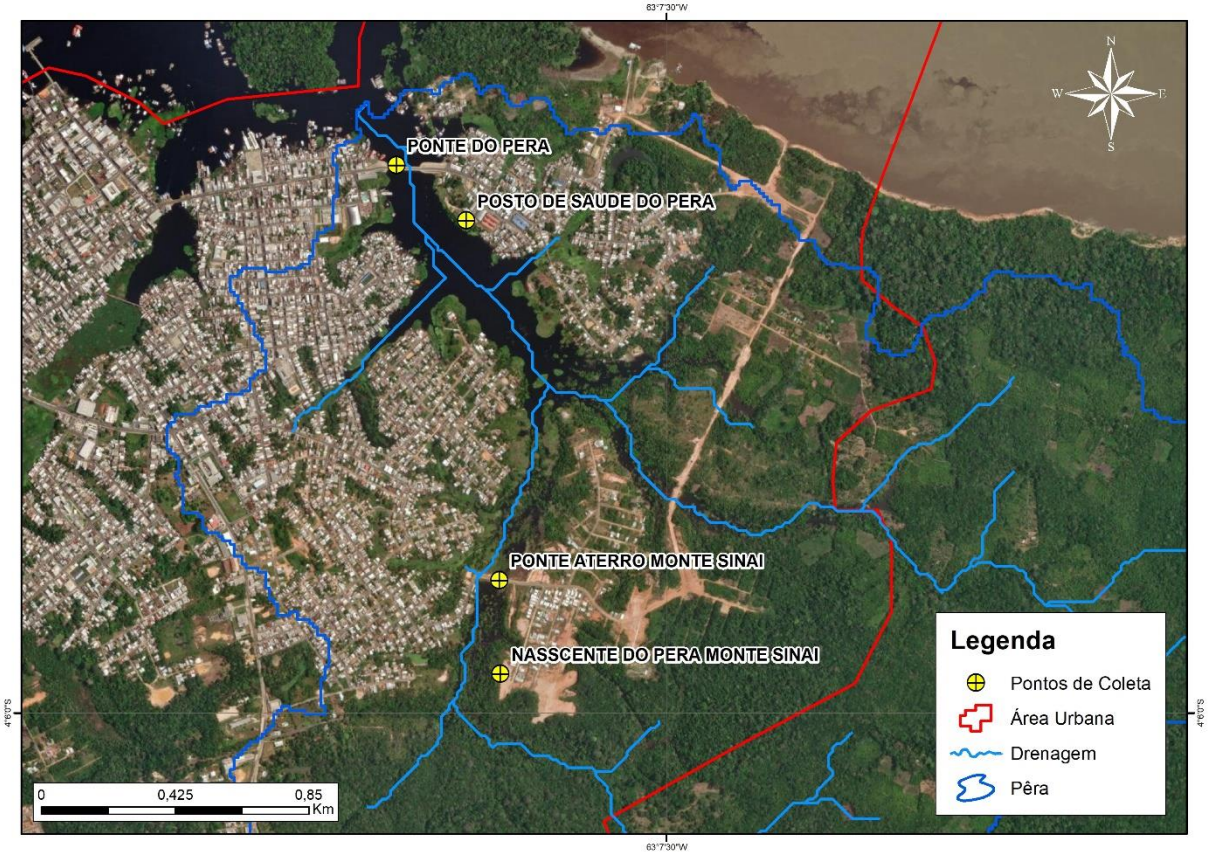
Fonte: Davy Rabelo. Registro de campo, maio de 2023.

A consolidação da expansão urbana dessa parte da cidade, se concretizou com a construção da ponte do Pêra, que liga o bairro ao restante do perímetro urbano. Apesar de anteriormente, já haver se estabelecido como um lugar de moradia para o contingente populacional mais pobre (Lima, Santos e Carmo, 2009), que se locomoviam através do improviso das pontes de madeira para o acesso a outros lugares da urbe (Correio da Amazônia, 2016).

Nesse sentido, verificamos que a facilidade e intensificação de locomoção ao bairro Pêra, permitiu também a difusão e avolumamento do seu espaço geográfico.

Dessa forma, os formulários PAR-R aplicados, buscaram contemplar pontos que refletissem o espaço de expansão e a apropriação das áreas do Igarapé. Observamos 4 pontos localizados no bairro Pêra (Figura 39).

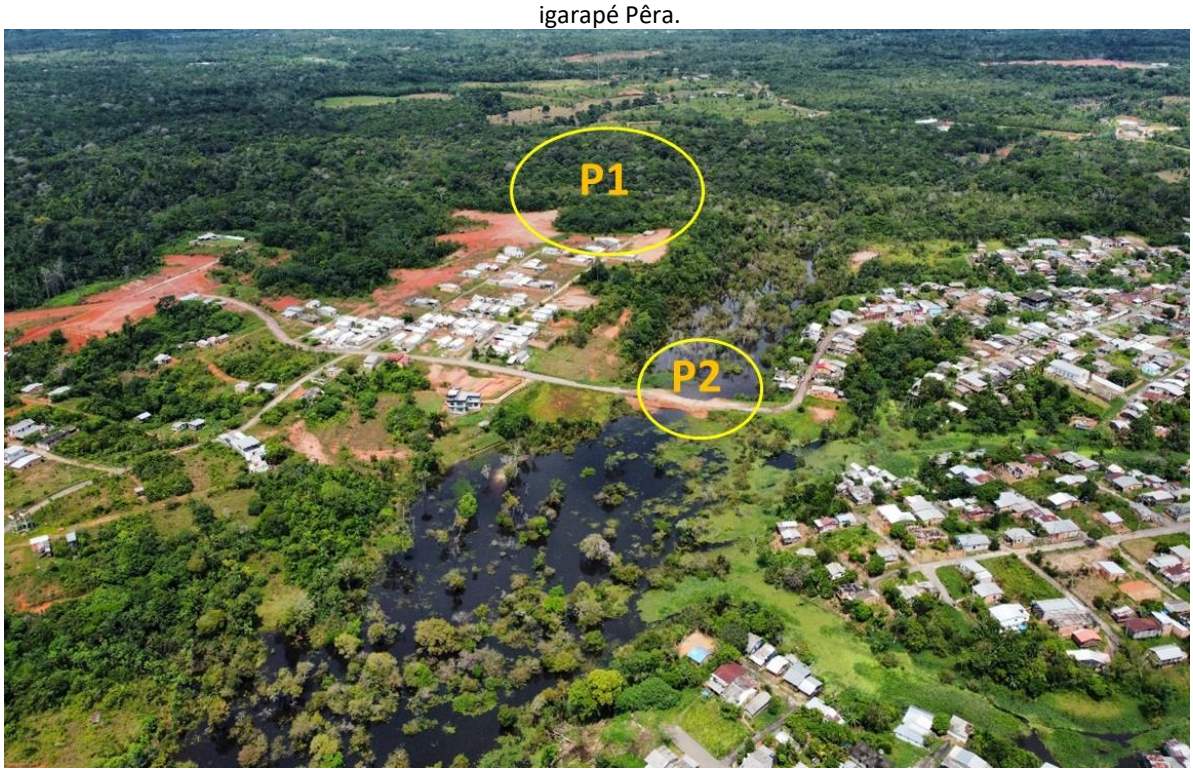
Figura 39: Pontos de observação e coleta no Igarapé Pêra.



Fonte: Organização Davy Rabelo e Giselane Campos, 2024.

O primeiro ponto (P1) de observação, foi no final do conjunto residencial Monte Sinai (Figura 40), buscando a maior proximidade possível com a nascente do igarapé. Em seu entorno, apesar de desmatada por conta do loteamento, ainda foi possível identificarmos a vegetação natural, ainda que perceptíveis alterações antrópicas de origem doméstica e as muitas casas ainda em construção.

Figura 40: Imagem aérea de parte do conjunto residencial Monte Sinai, onde se localizam pontos P1 e P2 do igarapé Pêra.



Fonte: Davy Rabelo. Registro de campo, maio de 2023.

Na Figura 40, também mostra o ponto (P2), foi escolhido próximo ao (P1). Aterro que serve como ponte de acesso para o conjunto residencial Monte Sinai.

Notamos que a prática de aterrar os rios que se apresentam como forma de obstáculo no acesso aos lugares, é a solução encontrada como intervenção. Observada no igarapé Pêra, e também em outros pontos da cidade.

Esse tipo de medida, torna o terreno instável com elevado risco de erosão, sujeito a alagamentos e deslizamentos de terras.

O ponto três (P3), foi marcado no final da rua Maria Almeida, frente da UBS e SPA Enedino Monteiro, margem direita da proximidade da foz do igarapé Pêra.

Figura41: Imagem aérea do ponto três (P3), margem direita do Igarapé Pêra, bairro Pêra.

Fonte: Davy Rabelo. Registro de campo, maio de 2023.

Identificamos grande contingente de casas, comércio, escola e quadra poliesportiva, indicando dinamicidade social. Desse ponto, conseguimos ver algumas casas à margem do Igarapé (Figura 42).

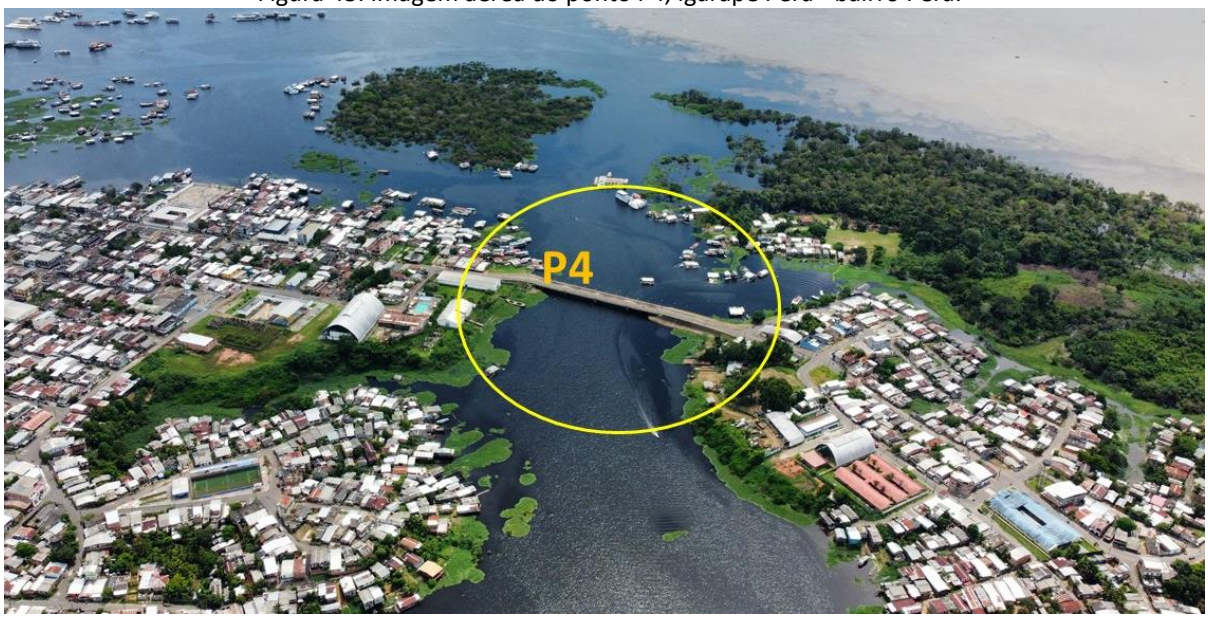
Figura 42: Palafitas na margem do Igarapé Pêra próximo ao ponto P3 - bairro Pêra.

Fonte: Giselane Campos. Registro de campo, maio de 2023.

O trecho da ponte que liga o bairro Pêra aos demais da cidade, foi identificada como ponto quatro (P4).

A Ponte do Pêra (Figura 43) configura a alteração de origem humana mais evidente devido as funções essenciais a qual exerce.

Figura 43: Imagem aérea do ponto P4, Igarapé Pêra - bairro Pêra.



Fonte: Davy Rabelo. Registro de campo, maio de 2023.

Por sua dinamicidade, encontramos instalações residenciais e comerciais nas proximidades. Na direção da entrada do bairro, encontramos muitos barcos e canoas ancorados, assim como, casas flutuantes (Figura 44). Ao passar a ponte, deparamos com a feira de pescado, e, nas margens, mais barcos e casas flutuantes.

Por segurança da estrutura, há concretação em torno de seus limites de sua base terrestre para não comprometer a estabilidade da sua armação.

É nesse ponto que se evidencia maior nível de transformação pelo uso e ocupação local. Encontramos a proliferação da vegetação aquática devido aos despejos direto no igarapé comprometendo a qualidade da água que é vertida na sua foz para o encontro com o Rio Coari.

Figura 44: Imagem da Ponte do Pêra: a) lado esquerdo do início da ponte direção centro-bairro; b) Margem do do rio; c) Casas flutuantes.

Fonte: Giselane Campos. Registro de campo, junho de 2023.

A somatória dos dados do levantamento da aplicação do PAR-R mostrou que o ponto P1 poderá ter preservação de aspectos naturais, porém os pontos P2 e P4 são considerados impactados de maneira geral por suas transformações, e, o ponto P3, com alterações.

Quadro 3: Resultados da aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida Igarapé Pêra.

DESCRIÇÃO DO AMBIENTE	P1	P2	P3	P4
1.Tipo de ocupação encontrada nas margens do rio	5	3	3	2
2. Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento	5	0	3	0
3. Alterações antrópicas	5	2	2	0
4. Cobertura vegetal no leito	5	3	3	0
5. Odor da água	5	5	5	2
6. Oleosidade da água	5	5	5	3
7. Transparência da água	4	4	4	4
8. Tipos de Substrato	4	2	3	2
9. Alterações no canal do rio	5	0	3	0
10. Presença de mata ciliar	5	0	3	0
11. Estabilidade das Margens	5	2	3	3
12. Presença de plantas Aquáticas	4	3	3	3
13. Lixo no entorno	2	2	0	0
14. Saneamento	5	0	0	0
15. Fauna no entorno	4	0	3	0
Resultados	68	31	43	19

Fonte: Dados organizados a partir da aplicação do PAR-R, 2023.

Ótimo = 5	Bom = 4	Moderado = 3	Regular = 2	Ruim = 0

Com relação a análise físico-química do igarapé Pêra, consideramos os mesmos aspectos ligados a representatividade e facilidade de acesso e segurança da amostragem.

Os dois pontos escolhidos foram P1 aterro do conjunto residencial Monte Sinai, local mais acessível e seguro próximo a nascente, e P2 a Ponte do Pêra, considerando como a foz do igarapé.

Na Tabela 3, apresentamos os resultados obtidos no momento da coleta.

Tabela3: Resultados da análise físico-química da água do Igarapé Pêra

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DAS ÁGUAS DO IGARAPÉ PÊRA									
Pontos	**Horário**	**PARÂMETROS**							
	Data	**pH** 6 - 9	**T°C** 0 – 30°C	**OD** (10 - 60%)	**OD** (6mg/L)	**DBO** (3mg/L)	**CE** 10 – 100 µS.cm-¹	**STD** Até 1000 ppm	**TURB** (40 U.T)
P1 – Aterro Monte Sinai	08:28 23/11/23	7,5	28	59,1	3,05	5,9	30	20	37,4
P2 – Ponte do Pêra	8:50 23/11/23	6,9	27,5	65,8	6,72	4,54	140	70	64,7

Fonte: Dados analisados por Willison Campos, outubro/dezembro, 2023; Organizado por Giselane Campos, 2024.

O pH da água ficou dentro dos parâmetros estabelecidos. Assim também com relação a temperatura, com pouca diferença entre um ponto e outro, com variação de 0,5°C.

Os níveis de OD ficaram acima do referencial no ponto P2, indicando maior incidência de alterações no processo de oxigenação necessária para a respiração de micro-organismos aeróbicos, que compromete inclusive a sobrevivência de espécies de peixes.

Os níveis de DBO tanto do P1, como do P2, apresentaram valores acima do padrão de referência, assinalando possível poluição por matéria orgânica devido os níveis alterados de oxigênio dissolvido.

A medida da condutividade elétrica no ponto P1 se apresentou dentro do valor estimado, porém, no ponto P2 o valor ficou acima, sugerindo ser pela presença de sólidos totais dissolvidos, decorrente de alterações erosivas no terreno e lançamento de efluentes no rio (Barbosa, 2015).

Nesse sentido, verificamos a Turbidez (Figura 45), que no ponto P1 ficou dentro dos critérios de referência, porém no ponto P2, ficou acima do referencial disposto na Resolução, sugestionando que esse efeito expressa a existência de muitas partículas em suspensão, que será maior quanto maior for a quantidade de material suspenso (Barbosa, 2015).

Figura 45: Análise de físico-químico da água do igarapé Pêra

Fonte: Giselane Campos. Registro de campo, outubro de 2023.

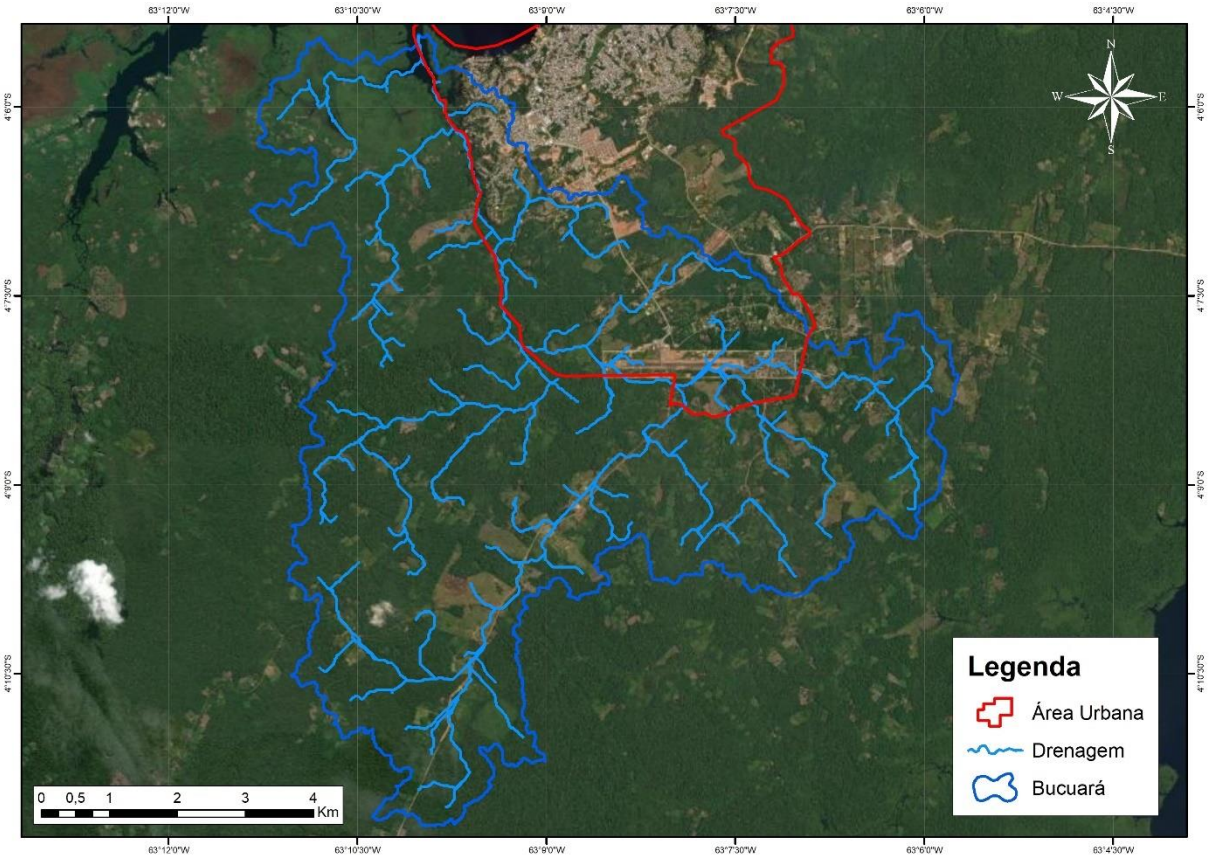
Os parâmetros físico-químicos analisados mostram um menor nível de perturbação ambiental nas proximidades da nascente do Igarapé, e maior em sua desembocadura, que por sua vez, está ligada a intensidade de sua dinâmica urbana.

4.1.3. A caracterização das alterações antropogênicas na Bacia Hidrográfica do Igarapé Bucuará.

A área que compreende a bacia do igarapé Bucuará (figura 46) é considerada de ocupação populacional mais recente, porém não menos impactante que as demais da cidade.

Pouco ou quase incipiente são as referências acerca desse igarapé, portanto, as informações foram construídas a partir de fragmentos de diferentes fontes, principalmente empíricas e pelas observações *in loco* dos pontos selecionados para o desenvolvimento do estudo.

Figura 46: Delimitação da bacia hidrográfica do igarapé Bucuará.



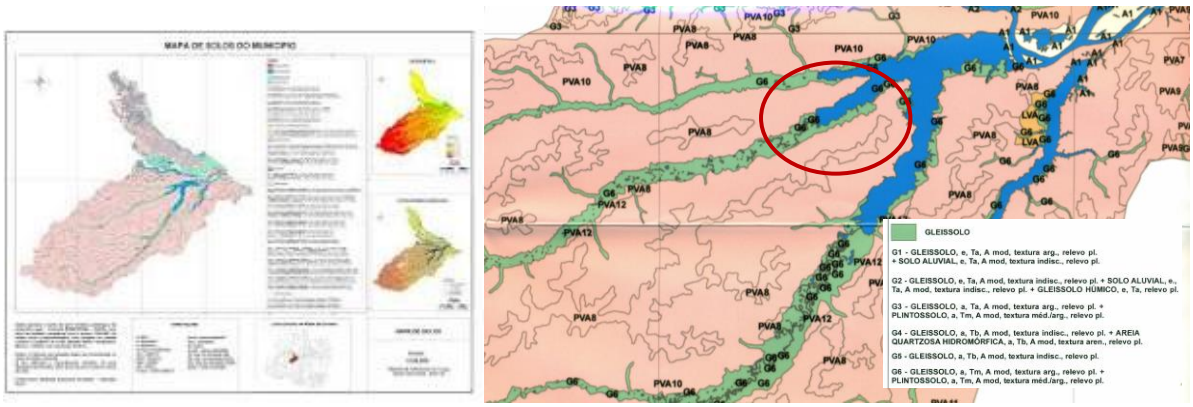
Fonte: Organização Davy Rabelo e Giselane Campos, 2024.

Tomando como diretriz a classificação em Sioli (1985), que descreve os igarapés da região como pequenos regatos, que exprimem as condicionantes regionais, influenciadas pela decomposição das substâncias vegetais mortas, que são determinadas de acordo com a formação dos solos. No caso dos latossolos, o processo ocorre pela oxidação, e, no caso dos podzols, pela redução, "formando-se aí, de imediato, húmus cru, que dissolvido na água de percolação vai alcançar o lenço freático, atingindo-o para depois aflorar em igarapés de água preta" (Sioli, 1985).

De acordo com o mapa da base pedológica da Amazônia legal, organizado por Teixeira *et al* (2010), sobre as classes dominantes dos solos de Coari, pudemos verificar que na área

em que se encontra o Igarapé Bucuará, há maior predominância de G6 (Figura 47) – *Gleissolo*, *álico*, de atividade argilosa média a moderada com relevo relativamente plano (Teixeira, 2010). Solos resultantes da influência do excesso de umidade permanente ou temporário, devido a presença do lençol freático próximo à superfície. Apresentam um horizonte subsuperficial de coloração acinzentada, cinzenta, com mosqueados amarelados ou avermelhados, oriundos da oxidação do ferro na matriz do solo, em consequência dos fenômenos de oxi-redução (Oliveira-Neto e Silva, 2021).

Figura 47: Mapa dos solos do município de Coari



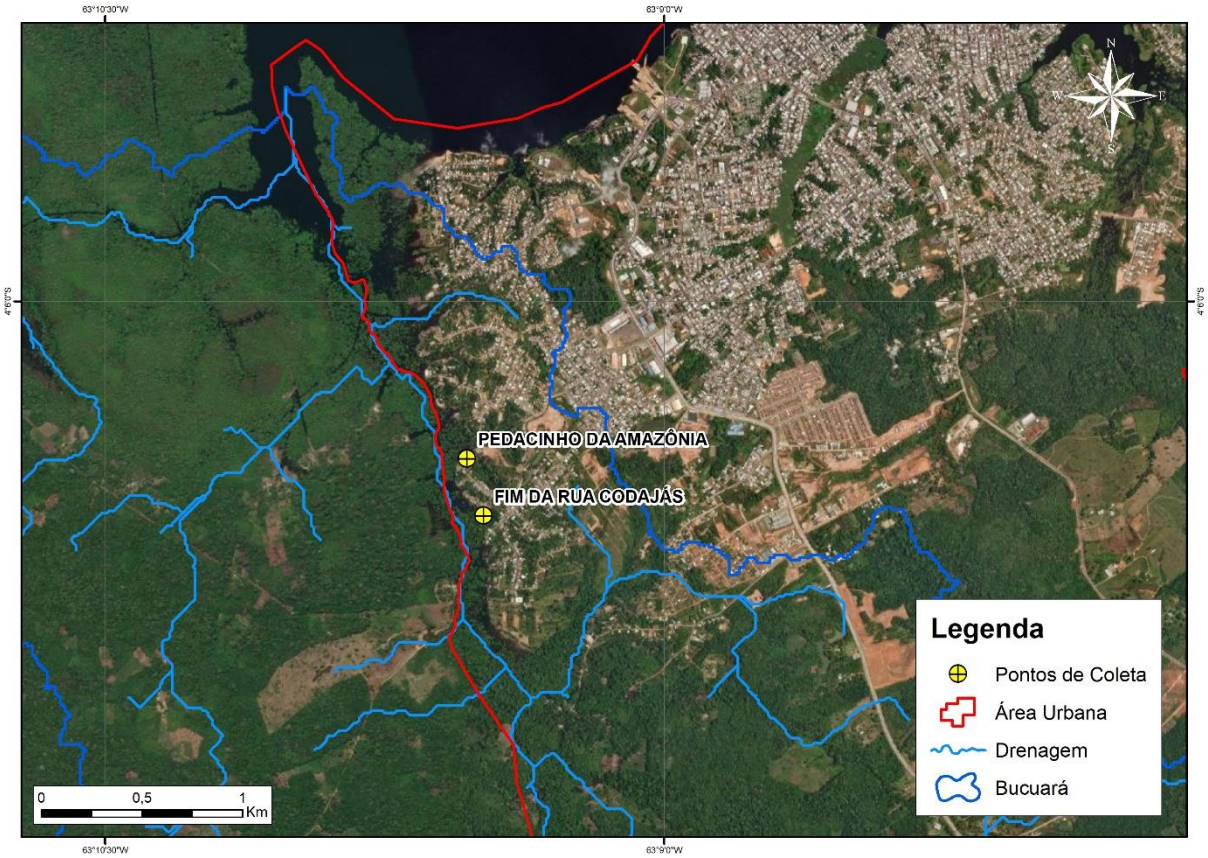
Fonte: Adaptado de Teixeira *et al*, 2010; organizado por Giselane Campos, 2024.

Dessa forma, as águas que compõe a Bacia do Igarapé Bucuará, foram caracterizadas na seguinte tipologia: águas pretas, mais ácidas e de coloração preta ou marrom-oliva até marrom-café devido à quantidade matéria orgânica dissolvida (Sioli, 1985).

Os pontos de coleta (Figura 48) se limitaram ao bairro Ciganópolis, ao final da rua Codajás, adentrando a área que se localiza na margem direita da Bacia. Local mais acessível ao qual poderíamos nos aproximar da nascente do igarapé.

O segundo ponto é conhecido como Pedacinho da Amazônia. Trata-se de um balneário local, com acesso no fim da rua Manacapuru.

Figura 48: Pontos de observação e coleta no igarapé Bucuará.



Fonte: Organização Davy Rabelo e Giselane Campos, 2024.

Desse modo, encontramos nos Pontos (P1) e (P2), um ambiente habitado, com tipos de ocupações residenciais variadas, entre casas de madeira e alvenaria, em sua maioria, construções simples. No entorno das margens do igarapé, encontramos vegetação natural, com processo erosivo moderado, visto que existiam também alterações antrópicas de origem doméstica.

O quadro demonstrativo da aplicação do PAR-R do igarapé Bucuará, demonstra os resultados, nesse trecho, que apresentou poucas alterações impactantes, não obstante, a somatória dos níveis de perturbação dos parâmetros avaliados ficou em 52 pra o ponto P1 e 51 no ponto P2, que de acordo com a metodologia de pontuação adotada o considera alterado.

Quadro 4: Resultados da aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida igarapé Bucuará.

DESCRIÇÃO DO AMBIENTE	P1	P2
1.Tipo de ocupação encontrada nas margens do rio	5	5
2. Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento	2	2
3. Alterações antrópicas	2	2
4. Cobertura vegetal no leito	3	3
5. Odor da água	5	5
6. Oleosidade da água	5	5
7. Transparência da água	4	4
8. Tipos de Substrato	4	4
9. Alterações no canal do rio	4	4
10. Presença de mata ciliar	3	3
11. Estabilidade das Margens	3	3
12. Presença de plantas Aquáticas	3	3
13. Lixo no entorno	2	2
14. Saneamento	3	3
15. Fauna no entorno	4	3
Média	52	51

Fonte: Dados organizados a partir da aplicação do PAR-R, 2023.

Ótimo = 5	Bom = 4	Moderado = 3	Regular = 2	Ruim = 0

No sentido de dar mais visibilidade e respaldo nos resultados, os indicadores físico-químico, demonstrados na Tabela 4, se basearam nos mesmos pontos de observação da aplicação do PAR-R.

Tabela4: Resultados da análise físico-química da água do igarapé Bucuará

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DAS ÁGUAS DO IGARAPÉ BUCUARÁ									
Pontos	Horário	PARÂMETROS							
	Data	pH 6 - 9	T°C 0 – 30°C	OD (10 - 60%)	OD (6mg/L)	DBO (3mg/L)	CE 10 – 100 µS.cm-¹	STD Até 1000 ppm	TURB (40 U.T)
P1 - Ciganópolis	10:35 23/11/23	7,2	33,7	65,2	4,8	4,74	50	30	37,7
P2 – Pedacinho da Amazônia	11:03 23/11/23	7	28,8	68,4	5,2	4,93	50	30	32,4

Fonte: Dados analisados por Willison Campos, outubro/novembro, 2023; Organizado por Giselane Campos, 2024.

O pH da água ficou dentro dos referenciais estipulados, nos dois pontos.

A temperatura do P1 ficou acima dos parâmetros indicados, porém, é necessário salientar que o igarapé estava quase seco, devido ao período da severa estiagem que atingiu a região.

Os níveis de OD em percentual, ficaram acima do referencial em ambos, entretanto, os níveis de OD em mg/L ficaram dentro dos parâmetros, mostrando haver alterações no processo de oxigenação dissolvida, enfatizado pelos níveis de DBO tanto do ponto P1, como do ponto P2, que apresentaram valores acima do padrão de referência.

A medida da condutividade elétrica também ficou dentro do valor estimado nos pontos P1 e P2. O mesmo se percebeu com relação a Turbidez, esse parâmetro, de acordo com Piritoba *et al.,* (2017), apesar de indicativo de possível contaminação por patógenos, não revela sozinho indícios qualidade inferior. Segundo Filizola *et al.*, (1999) *apud* Piritoba *et al.*, (2017), a turbidez, no contexto amazônico pode ser considerado corriqueiro nas caracterizações de águas brutas por conta do elevado teor de sedimentos que estas transportam.

Figura 49: Registro da análise Físico-química da água no ponto P2 do Igarapé Bucuará.

Fonte: Giselane Campos. Registro de campo, outubro, 2023.

Quanto a conclusão acerca dos resultados, verificamos que no momento da coleta, os parâmetros mais significativos foram OD e DBO, mostrando haver considerável quantidade de concentração de oxigênio, que por sua vez, indicam processos de dissolução/aeração das águas como produto da reação de fotossíntese, e nesse caso, a demanda bioquímica de

oxigênio, ocorre naturalmente nas águas em nível reduzido em função da degradação de matéria orgânica, como folhas, animais mortos e fezes de animais (Fiorucci e Benedetti Filho, 2005).

4.2. A RELAÇÃO DOS IMPACTOS DAS ALTERAÇÕES ANTROPOGÊNICAS NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS IGARAPÉS URBANOS DE COARI COMO PONTO DE DEBATE

Não adianta querer limpar o rio, pois seus afluentes, pré-poluídos, continuarão nutrindo a insalubridade.
Aziz Ab'Saber

É incontestável que o processo de urbanização promova significativas alterações nos cursos d'águas, já que transformam as dinâmicas naturais dos rios, e, consequentemente as paisagens no entorno, uma vez que o adensamento populacional em locais próximos as vertentes fluviais, potencializa possíveis inundações, degradando o ambiente circunvizinho (Figura 50).

Figura 50: casas próximas às margens de Bacia Hidrográfica. a) Igarapé Espírito Santo; b) arruamento.

Fonte: Giselne Campos. Registro de campo, junho de 2022.

A área urbana de Coari foi estruturada ao redor das águas das bacias hidrográficas de seus igarapés (figura 51). Observamos que essas redes hidrográficas se distribuem espacialmente em todos os bairros, estando submetidas aos diversos impactos de origem antropogênica em seus sistemas.

Figura 51: Os Igarapés Espírito Santo e Pêra, e, o urbano circunvizinho.

Fonte: Davy Rabelo. Registro de campo, maio de 2023.

A aplicação do PAR-R e análise físico-química dos igarapés, demonstraram que todos estão submetidas às alterações e assoreamento, seja em menor ou maior grau. Contudo, podemos afirmar que os igarapés Espírito Santo e Pêra se encontram muito mais impactados.

Os dados do PAR-R, apresentaram alterações em quase todos os pontos avaliados, e o menor índice dessas alterações se localizam nos pontos mais próximo as nascentes dos igarapés. Não obstante, as nascentes de fato, não são acessíveis com facilidade, porém, o processo expansivo do tecido urbano está seguindo para essas direções.

Com relação a bacia do igarapé Bucuará, sua avaliação se restringiu a dois pontos apenas, pelas dificuldades do acesso aos demais trechos por diferentes motivos. Primeiro pelos obstáculos estruturais de chegada ao local, segundo, pela necessidade de autorização dos proprietários dos terrenos, visto que, boa parte de suas margens se encontram apropriadas, tanto pelo uso particular, como também para uso comercial, como área de lazer.

E, finalmente, pelo corpo de apoio ao trabalho de campo, nem sempre disponível para a efetivação do estudo.

A partir da coleta, organizamos os gráficos demonstrativos dos resultados do PAR-R, onde verificamos a intensidade que as ações antropogênicas se efetivaram com maior ou menor extensão. E, ao identificarmos, sinalizamos os parâmetros, com o uso de cores quentes e frias, conforme a figura da paleta de cores indicativa (Figura 52). Nesse sentido, a análise qualitativa, respalda-se na argumentação de suas observações.

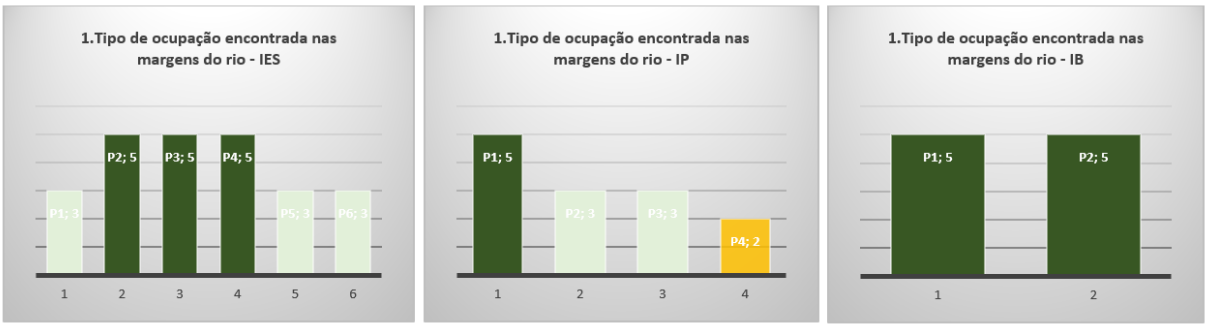
Figura 52: Paleta de cores indicativas dos impactos encontrados pela aplicação do PAR-R.

Ótimo = 5	Bom = 4	Moderado = 3	Regular = 2	Ruim = 0

Fonte: Giselane Campos, 2023

Com relação ao tipo de ocupação encontrada nas margens dos igarapés, a Figura 53 demonstra nos gráficos abaixo, a carga entre, vegetação, residências e comércio. Apesar de haver muitas construções habitacionais, identificamos poucas ocorrências de demanda comercial, e embora observados outros aspectos acerca dos impactos nesses pontos, a vegetação, mesmo atípica, esteve presente em quase todos, e, portanto, a média apontou uma intensidade entre ótima, moderada e regular, norteada pela incidência de espécies vegetais no entorno.

Figura 53: Gráficos demonstrativos do tipo de ocupação nos Igarapés urbanos de Coari.



Fonte: Resultados do PAR-R. Organizado por Giselane Campos, 2024.

O processo de expansão em direção as nascentes, mostrou-se mais latente no Igarapé Espírito Santo, o ponto P1, por exemplo, foi sinalizado como “moderado”, por ser via de acesso ao conjunto residencial Iacy Dantas, havendo clareiras para a abertura de passagem aos

demais locais da cidade (Figura 54). Nos Pontos P2, P3 e P4, foram sinalizados como “ótimo” por ter remanescentes de vegetação, e, os pontos P5 e P6, sinalizamos como “moderados” por serem locais com mais casas e comércio próximos, ou seja, com mais fatores incidentes ao assoreamento desse igarapé.

Figura 54: P1 Passagem de acesso da Estrada Coari Itapeua ao Conjunto Residencial Iacy Dantas.

Fonte: Davy Rabelo. Registro de campo, maio de 2023.

No igarapé Pêra, o ponto P1 sinalizamos como “ótimo”, por ter muita vegetação natural, apesar do processo expansivo estar se aproximando do mesmo. Os pontos P2 e P3, possuem mais residências em seu entorno, com alguma presença de vegetação em volta, já o ponto P4, sinalizamos como “regular”, pela concentração de comércios e residências adjacentes.

Figura 55: a) localização do ponto P2 do igarapé Pêra; b) casas próximas ao ponto P2.

Fonte: Davy Rabelo. Registro de campo, maio de 2023.

Quanto ao igarapé Bucuará, assinalamos como “ótimo” por encontrarmos muita vegetação presente nas margens do mesmo, apesar das habitações também ao redor.

Figura 56: Ocupação encontrada na margem do ponto P1 do igarapé Bucuará – vegetação e residência.

Fonte: Giselane Campos. Registro de campo, junho de 2023.

É imprescindível salientarmos, que maior parte dos moradores do entorno das bacias hidrográficas, excedem a área das margens ao construírem suas casas, submetendo-os a

alagamentos periódicos, o qual os faz diretamente atingidos pelas intemperes decorrentes desse processo (Figura 57).

Figura 57: Casas localizadas nas margens do Igarapé Espirito Santo no período de cheia.

Fonte: Giselane Campos. Registro de campo, junho de 2022.

A interferência humana nesses ambientes ocasiona grandes impactos, e quando essas modificações atingem os cursos d'água, geralmente acompanham a retirada da vegetação nativa, para a ocupação indiscriminada das margens. Esse fato, associado a ineficiência da coleta dos resíduos e a destinação inadequada do esgoto "constituem práticas que podem

contribuir para o aumento do assoreamento ao longo da calha dos rios e da degradação na qualidade das águas” (Oliveira e Botelho, 2014).

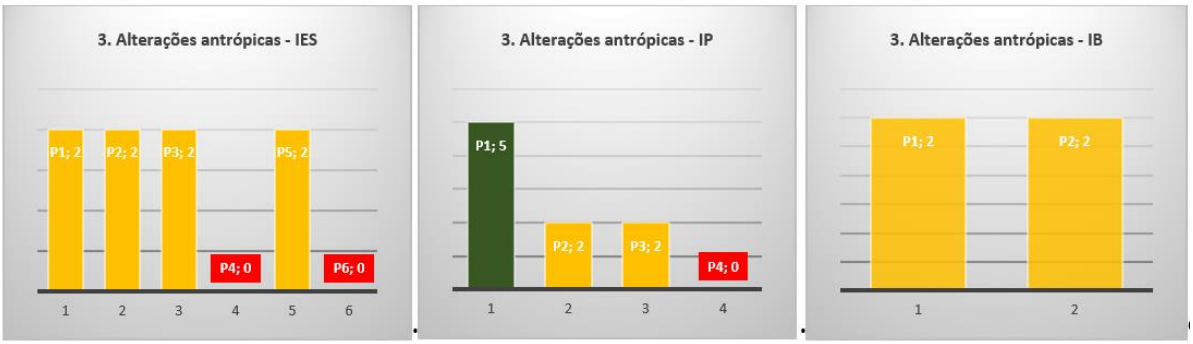
Barroso (2020), chama atenção acerca da poluição hídrica que tem sido observada crescentemente na região Amazônica, por seu o processo de urbanização. Segundo o autor, existem três problemas ambientais principais: pressões antropogênicas, devido à expansão descontrolada das atividades humanas que contribuem para a destruição de ecossistemas frágeis; desmatamento e limpeza da cobertura vegetal causando perda e erosão do solo, redução da biodiversidade e sedimentação nos rios; mudanças no ciclo hidrológico associadas a mudanças no clima global e exacerbadas pela alteração das florestas amazônicas.

Estudos de Oliveira (2012) e Rodrigues (2013), apontaram notório agravante acerca do despejo de resíduos das águas servidas e esgotamento sanitário direto nos igarapés da cidade pelos moradores de suas margens.

Assim, pela avaliação qualitativa observacional do PAR-R, buscamos identificar ausência ou presença de alterações antrópicas; de origem doméstica e industrial/urbana; tais como canalização para esgotamento dos resíduos das águas servidas; retilinização do curso dos igarapés.

Os resultados (figura 58) expuseram que em todos os pontos há alterações de origens antrópicas exceto no ponto P1 do igarapé Pêra.

Figura 58: Gráficos demonstrativos do tipo de alterações antrópicas nos igarapés urbanos de Coari.



Fonte: Resultados do PAR-R. Organizado por Giselane Campos, 2024.

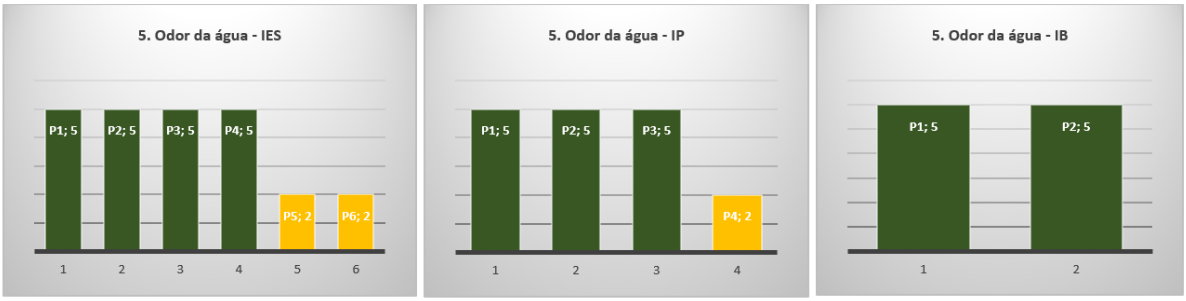
No igarapé Espírito Santo, assinalamos como “regular” nos pontos P1, P2 e P5, pelas mudanças adaptativas dos usuários locais para uso doméstico, e, nos pontos P3, P4 e P6, além do uso doméstico, para despejos oriundos de processos produtivos[14].

O mesmo entendimento se fez nos pontos observados do igarapé Pêra e no igarapé Bucuára.

Ao analisar as consequências dessas alterações, buscamos identificar, características relativas ao odor, oleosidade, presença de plantas aquáticas e transparência da água.

Como esperado, o cheiro mais forte e desagradável relativo ao esgoto, situa-se nos trechos com adensamento habitacional e comercial mais intenso (figura 59).

Figura 59: Gráficos demonstrativos da intensidade de odor nos igarapés urbanos de Coari.



Fonte: Resultados do PAR-R. Organizado por Giselane Campos, 2024.

No caso do igarapé Espírito Santo, no ponto P5, perímetro do trecho da ponte Raimundo Pinho, entre os bairros Duque de Caxias e Centro, e, também no P6, na Ponte Roberval Rodrigues.

No Igarapé Pêra, apenas no ponto P4, aos arredores da Ponte do Pêra evidenciamos o odor mais intenso. Nos pontos referentes ao igarapé Bucuará, não identificamos odores.

O odor desagradável das águas dos igarapés está diretamente relacionado com a concentração de lixo no canal, principalmente quando há um “barramento[15]” pelo acúmulo de resíduos ao qual a velocidade da água não consegue dar vazão.

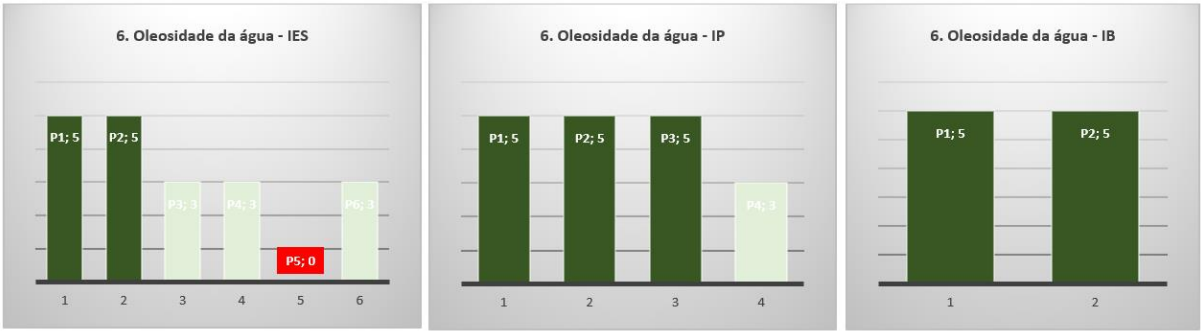
---

[14] O processo produtivo é entendido aqui como o conjunto e a sequência das etapas de realização de uma produção. Em uma padaria, por exemplo, misturar água, sal, farinha e fermento é uma parte do processo da indústria panificadora. Fonte: https://www.nomus.com.br/blog-industrial/processo-produtivo/. Nesse caso, usamos esse termo, por entender que melhor se adequa, pois em Coari não há industrias de médio e grande porte, porém há serviços que desempenham manuseio de resíduos, aos quais a destinação por mais mínima que seja, acaba sendo os igarapés.

[15] BARRAMENTO - Estrutura construída em um curso d’água transversalmente à direção de escoamento de suas águas, alterando as suas condições de escoamento natural, objetivando a formação de um reservatório a montante, tendo como principal finalidade a regularização das vazões liberadas a jusante, por meio de estruturas controladoras de descargas. O reservatório de acumulação pode atender a uma ou a diversas finalidades, como abastecimento de água para cidades ou indústrias, aproveitamento hidrelétrico, irrigação, controle de enchentes, regularização de curso de água etc. Fonte: Glossário de termos Gestão de recursos hídricos e meio ambiente. Disponível: http://repositorioigam.meioambiente.mg.gov.br/bitstream/123456789/43/1/Glossario%20de%20termos_2008.pdf.

Com relação a oleosidade das águas (Figura 60), correlacionamos esse critério com a presença de espécies de plantas aquáticas, portanto, a intensidade mais nítida de oleosidade das águas, se concentram nos pontos onde há maior número de moradias, sendo que no Igarapé Espírito Santo, não visualizamos nos pontos P1 e P2, não obstante, se mostrou moderado nos pontos, P3, P4 e P6. Já no ponto P5 nos deparamos com maior visibilidade (Figura 61).

Figura 60: Gráficos demonstrativos da oleosidade nos igarapés urbanos de Coari.



Fonte: Resultados do PAR-R. Organizado por Giselane Campos, 2024.

No Pêra, os pontos, P1, P2 e P3, não obtivemos essa visualização, somente no P4 de forma moderada. E, nos pontos observados do igarapé Bucuará, também não identificamos oleosidade no corpo d’água.

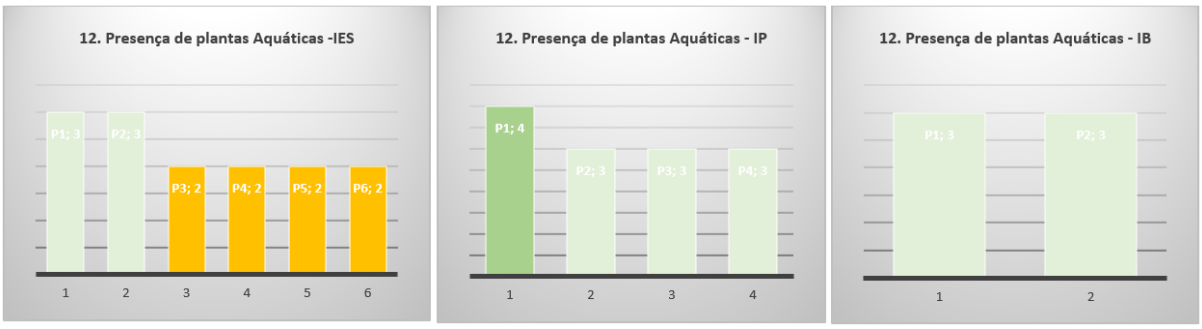
Figura 61: Presença de oleosidade na água do ponto P5 do igarapé Espírito Santo

Fonte: Giselane Campos. Registo de campo, junho de 2022.

Associamos esses resultados a concentração de plantas aquáticas como as macrófitas, assim como, a presença de lodos nas margens, que chamam a atenção por suas funções no meio ambiente. As macrófitas funcionam como bioindicadoras de um corpo hídrico, indicando seu estado biótico ou abiótico (Petambiental, 2020). E, os musgos são espécies de briófitas utilizadas como indicadoras de poluição atmosférica (Yano e Câmara, 2004).

Nesse sentido, a capacidade de absorver elementos contaminantes em ecossistemas eutrofizados, permitiram que a análise dessa associação da presença dessas espécies aos pontos de coletas, revelassem o comprometimento da poluição das águas dos igarapés. Dado o quantitativo maior das espécies, maior seria o nível de eutrofização, e suas ausências menor o nível de poluição das águas, assim, os gráficos representaram os locais com forte incidência (Figura 62).

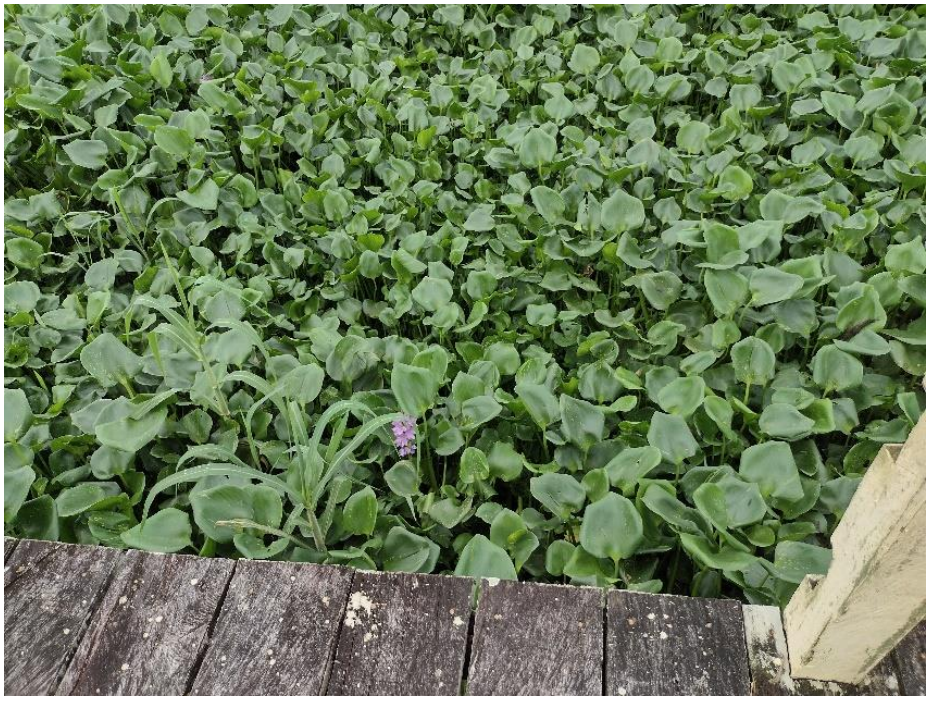
Figura 62: Gráficos demonstrativos da presença de plantas aquáticas nos igarapés urbanos de Coari.



Fonte: Resultados do PAR-R. Organizado por Giselane Campos, 2024.

No igarapé Espírito Santo, observamos ser bem recorrentes a presença de espécies conhecidas como mureru *(Eichhornia crassipes, E. azurea, E. diversifolia e Pontederia rotundifolia)* (Albuquerque, 1981) (Figura 63).

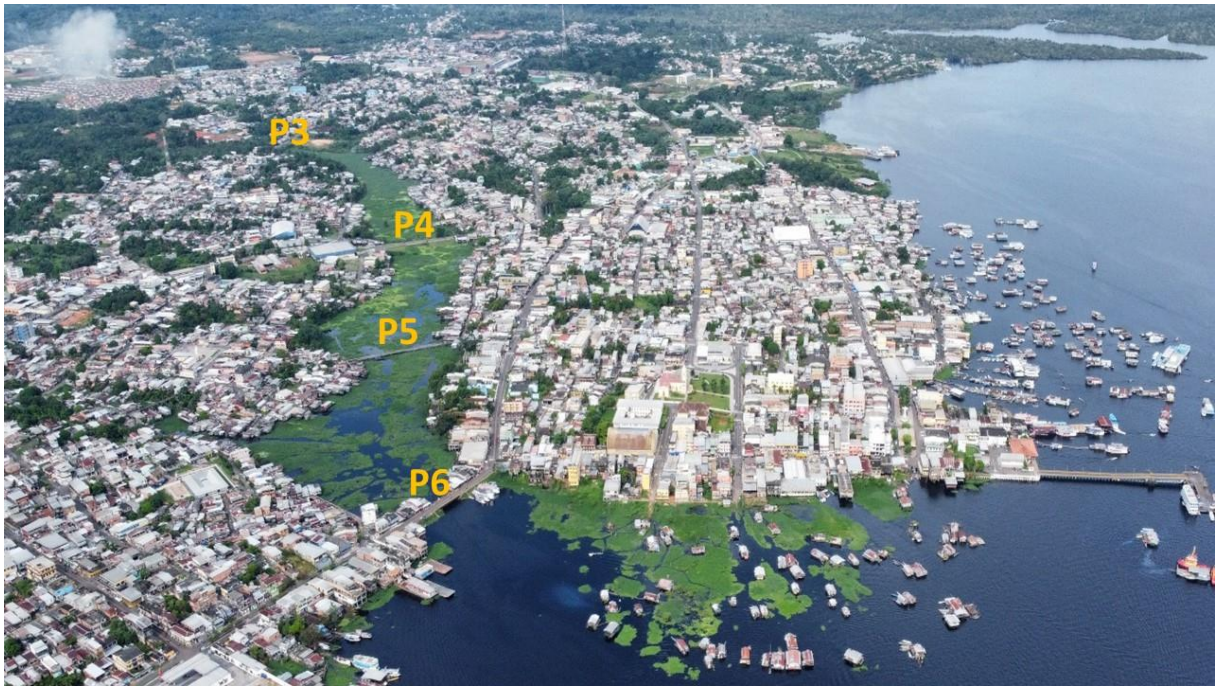
Figura 63: Macrófitas conhecidas como mureru ou aguapé ao no Igarapé Espírito Santo.



Fonte: Giselane Campos. Registro de campo, junho de 2023.

Nos pontos P1 e P2, deparamos de forma moderada com essas espécies, porém, nos pontos P3, P4, P5, e P6 foram avistadas de forma regular em grande número (Figura 64).

Figura64: Macrófitas ao longo do Igarapé Espírito Santo.



Fonte: Davy Rabelo. Registro de campo, maio de 2023.

No Igarapé do Pêra, não foram identificadas essas espécies no ponto P1, e de forma moderada ao longo do percurso do Igarapé, nos pontos P2, P3 e P4. Da mesma forma, nos pontos do Igarapé Bucuará.

Figura65: Macrófitas identificadas nas proximidades dos pontos P3 e P4 do Igarapé Pêra.

Fonte: Davy Rabelo. Registro de campo, maio de 2023.

Esses dados reafirmam a problemática do adensamento de casas às margens dos Igarapés. Essas construções consequentes do intenso movimento de pessoas que se instalaram na cidade em pouco espaço de tempo, causou uma pressão muito forte por serviços públicos, e, a vista disso, problemas ambientais, concernente a diferentes esferas de análise. Iniciando pelo direito de morar, do ambiente salubre, e segurança.

Essa falta de qualidade ambiental, pela ausência de infraestrutura, fica evidente quando observamos a presença de lixo no entorno (Figura 66).

Figura 66: Gráficos demonstrativos da presença de lixo nos Igarapés urbanos de Coari.

Fonte: Resultados do PAR-R. Organizado por Giselane Campos, 2024.

O lixo é considerado, como todos os resíduos sólidos imprestáveis, tais como domiciliar, restos de alimentos, plásticos, papel e papelão, vidro, lata, madeira, entre outros.

O descarte dos lixos de forma aleatória, sem devido tratamento, provoca o entupimento do escoamento das águas das chuvas, acarretando inundações, consequentemente contaminação e proliferação de doenças. Sua decomposição, produz poluentes, atrai insetos, roedores que se tornam agentes transmissores de doenças (Barroso, 2020).

No Igarapé Espírito Santo, nos pontos P1, P4, P5 e P6, se evidenciou lixo de diversas origens, tanto de origens tecnogênicas, como domésticas, sendo, portanto, classificados como “ruim”. O ponto P2 foi classificado como “moderado”, por haver menor presença de lixo de origem tecnogênica, visto que, por se tratar de ambiente comercial de lazer, seu entorno apresenta-se sempre aparentemente limpo. Já o ponto P3, um pouco maior a incidência de lixos de origens tecnogênicas, como plásticos e descartáveis, sendo classificado como “regular”.

No Igarapé do Pêra, identificamos no ponto P1 e P2, lixos de origens tecnogênicas, nos pontos P3 e P4, maior incidência de lixos de origens diversas misturados (Figura 67).

Figura 67:Observações de lixo nos pontos de análise PAR-R do Igarapé Pêra.

Fonte: Giselane Campos. Registro de campo, junho de 2023.

Já no igarapé Bucuará, mesmo em pequena quantidade, os lixos encontrados, eram de origens tecnogênicas misturadas a domésticos e orgânicos.

Figura 68:Observações de lixo nos pontos de análise PAR-R do Igarapé Bucuará.

Fonte: Giselane Campos. Registro de campo, junho de 2023.

A maior contradição nesse cenário, é o fato do município possuir instrumento de ordenação territorial. Normativas essas, que regulam a dinâmica estrutural da cidade, norteada pela Constituição Federal e a Constituição do Estado, para construir projetos ou leis de interesse da população, como obras habitacionais em locais mais adequados, com serviço e equipamentos urbanos estruturados, contudo, as ações parecem ineficientes, pois nos deparamos em contradição ao que preconiza a Lei Orgânica do Município:

> Art. 26 — O Município não concederá a partir da promulgação desta Lei, licença para construção de moradias, casas comerciais e outras habitações próximas a pontes, encostas, baixadas, margens dos igarapés, zonas alagadiças e locais insalubres e considerados de riscos a saúde e a vida. (Lei Orgânica do Município de Coari, 05 de abril de 1990, p.58).

Todavia, as ocupações foram margeando suas águas. Nesse sentido, respalda-se que essa atração que a cidade exerceu, se concretizou na ideia ilusória de emprego e serviços para se obter melhores condições de vida.

Num panorama de suas relações de "Região Geográfica Intermediária" (IBGE, 2017), Coari se insere sob uma perspectiva de dinâmica global, exercendo tipologia de cidade média, cuja dinâmica econômica externa, está ligada a extração de petróleo e gás, porém, não agrega valor local, nem regional (Oliveira, 2014).

Sabemos que o fenômeno demográfico de concentração urbana ao qual foi submetida, ocorreu em muitas cidades amazônicas, demandando a formação de novas configurações socioespaciais. Mas, não foi estruturada para esse fim, o que a configurou em um risco socioambiental urbano (Mendonça e Lima, 2020)[16].

Essa problemática ambiental urbana pautada na interação entre os três subsistemas natural, construído e humano/social, revelam a precariedade, deterioração e contaminação, assinalada pelas pressões sociais que favorecem o aumento da pobreza (Mendonça *et al.*, 2016). Esta, visível pelas debilidades do habitar de forma integral.

Tais debilidades, incidem em consequências já bastante conhecidas pela população, que vivem em processo de exclusão de seus direitos básicos. Um dos principais é definido pela Lei 11.445/07, que estabelece diretrizes para o saneamento básico, reconhecido como o

---

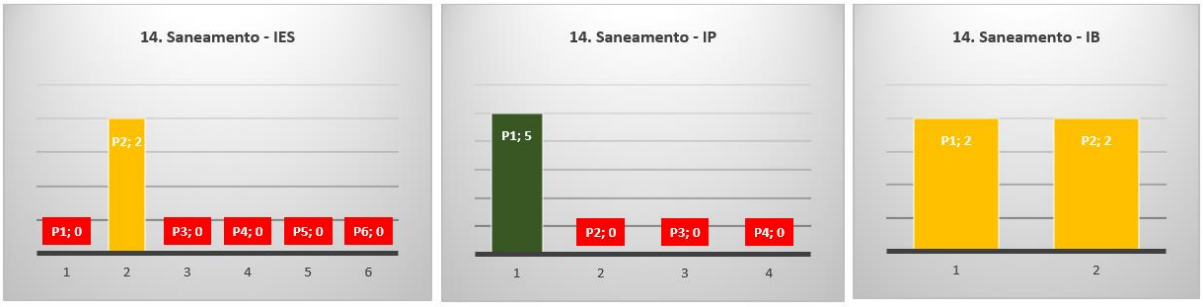
[16] Risco socioambiental urbano referido por Mendonça e Lima (2020), se refere ao aumento populacional mundial que acarretará dificuldades para assegurar o acesso da população à habitação, água, saneamento, eletricidade, transporte público, educação, cultura e ao sistema de saúde, implicando desafios a gestão do crescimento urbano no planeta em termos de sustentabilidade, agravando sobremaneira os problemas relativos às mudanças ambientais- -climáticas e suas decorrências. Nesse sentido, a correlação, se estabelece pela transição demográfica urbana de Coari, como efeito da inserção da exploração do gás não gerar desenvolvimento local, e agravar os problemas sociais de infraestrutura em decorrência do adensamento populacional, e consequentemente impactar as redes hidrográficas situadas na cidade.

conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, e, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

Botelho e Silva (2004), observam que as maiores fontes de poluição nas áreas urbanas são esgoto (poluição orgânica), lixo (poluição por resíduos sólidos) e indústria. Botelho (2011), salienta enfatiza duas formas de contaminação das águas, por meio da poluição hídrica pontual, que se trata do lançamento direto nos corpos d'águas, oriundas de esgotos domésticos. E, rejeitos difusos, que podem atingir os corpos d'água, conduzidos pelo escoamento superficial.

As observações acerca desses serviços de saneamento (Figura 69) se detiveram na existência da canalização do esgoto ligado diretamente para os cursos d'água. Dessa forma, observamos que em quase todos os pontos dos Igarapés, foram detectadas canalizações das casas direcionadas para os rios.

Figura 69: Gráficos demonstrativos do saneamento dos Igarapés urbanos de Coari.



Fonte: Resultados do PAR-R. Organizado por Giselane Campos, 2024.

Os pontos P1, P3, P4, P5, e P6 do Igarapé Espírito Santo, foram classificados como "ruim", por apresentarem um impacto intenso, pelo número de canalizações que despejam todos os tipos de águas servidas (Figura 70). O ponto P2, foi classificado como "regular" por não haver um quantitativo tão elevado como os demais pontos.

No Igarapé Pêra, o ponto P1 foi identificado como "ótimo", por ser um local livre de construção habitacional muito próxima a ele, porém pela dinâmica das construções de casas no conjunto residencial ao qual se localiza, é possível que logo esse cenário mude.

Não obstante, os demais pontos, P2, P3 e P4 foram sinalizados como "ruim", pelo adensamento de casas que possuem canalização para despejo direto no Igarapé (figura 71).

No Igarapé Bucuará, usamos o mesmo critério utilizado no ponto P2 do Igarapé Espírito Santo, para classificar os seus pontos. Pois nos locais observados, não foi possível a visibilidade das canalizações direcionadas ao rio. Porém, não há rede de esgoto, logo o despejo se faz em fossas sépticas ou fossas negras.

Figura 70: Canalização direcionada para despejo no Igarapé Espírito Santo

Fonte: Douglas Souza. Registro de campo, fevereiro de 2024.

Figura 71: Canalização direta no Igarapé Pêra

Fonte: Luana Miranda, fevereiro, 2024.

Por esses resultados, constatamos que as diretrizes normativas de promoção a saúde e cidadania contradiz em sua prática, principalmente no que se refere as políticas públicas, que neste caso, não atende também as metas preconizadas em outros instrumentos de proteção ao meio ambiente, como o Plano Diretor Participativo (2007), que aponta como conceito de saneamento ambiental:

> Conjunto de ações intersetoriais que tem por objetivo alcançar níveis adequados de salubridade ambiental, por meio do abastecimento de água potável, coleta e disposição sanitária de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, **drenagem urbana (Grifo nosso)**, promoção da disciplina de uso do solo, controle de doenças transmissíveis e demais serviços e obras especializadas, com a finalidade de proteger e melhorar as condições de vida na cidade e na zona rural. As políticas públicas de saneamento ambiental buscam como meta universalizar o acesso aos serviços de saneamento básico, mediante ações articuladas com a saúde pública.

Esse documento direciona ações específicas para administrar questões relacionada ao meio ambiente, saneamento básico e infraestrutura física da cidade.

De acordo com dados do IBGE (2022), há apenas 38% de esgotamento sanitário adequado em Coari, respaldado em Rodrigues (2013) que identificou apenas alguns bairros com esgotamento sanitário, “como por exemplo, Urucu, União e Chagas Aguiar, embora funcionando de forma precária, com canos expostos”, e, em outra observação da autora, a rede de esgoto existente, não possuía saída para a estação de tratamento, e que a mesma drenava diretamente nos igarapés da cidade.

Esse despejo nos rios sem o devido tratamento acarreta o assoreamento de seus recursos hídricos, que são disponíveis para consumo humano por meio do uso direto, como indireto, como pelos poços artesianos que poderão sofrer contaminação.

Rodrigues (2013), verificou que em 4% das unidades habitacionais existiam fossas negras, indicando que possivelmente em alguns pontos das bacias, ocorreriam contaminação por fezes e por águas servidas, até porque a configuração topográfica favorece que o sistema de drenagem urbano direcione suas águas pluviais em direção aos corpos hídricos do entorno.

É notório que a expansão da cidade não contou com projetos na área de Planejamento Territorial Urbano e Ambiental, apesar da existência de um documento norteador, como Plano Diretor, bem como não se evidencia políticas públicas voltadas para a sociedade e para o meio ambiente, resultando em ocupações dentro do perímetro de áreas de preservação ambiental, tornando esses canais hidrográficos urbanos extremamente assoreados.

De acordo com Bastos e Freitas (2013), os *latossolos* tropicais das florestas úmidas sofrem rápidas e degenerativas mudanças em termos de fertilidade quando desmatadas, nessas condições cria-se um microfilme, e a oxidação e lixiviação provocam empobrecimento dos solos, acarretando sua erodibilidade.

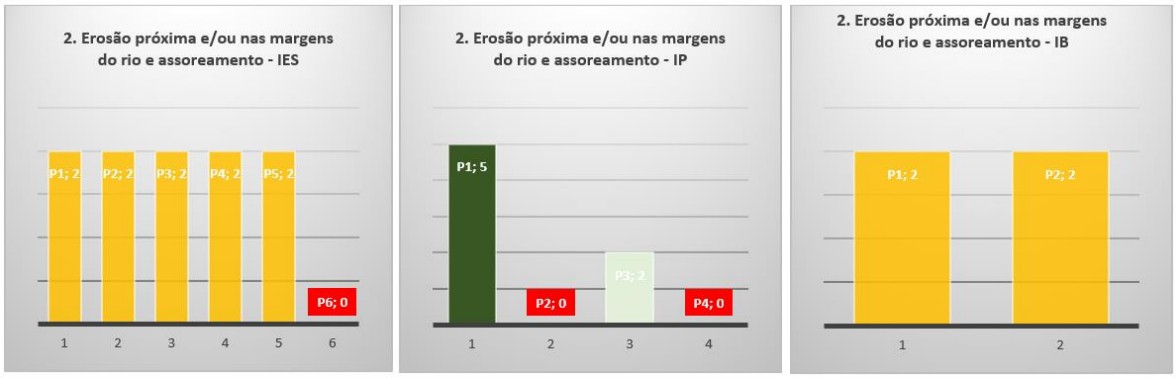
Nas áreas urbanas o caminho percorrido pelas águas é "reduzido ao binômio escoamento e infiltração, com maior participação do primeiro" (Botelho, 2011). Por esse aspecto, há um favorecimento na velocidade da sua passagem, como também do processo de modelação do seu curso.

Magalhães Junior *et al.* (2020), argumenta que esse quadro fisiográfico associado as características dos sedimentos, promovem o transporte dos produtos do intemperismo e demais formações superficiais para as áreas de menor energia potencial gravitacional nas Bacias Hidrográficas.

Esse processo sedimentológico está intimamente ligado ao ciclo das águas, estas, subjugadas às variáveis climáticas, formações do solo e uso ou cobertura da terra. Em altas concentrações, os sedimentos podem tornar-se os principais poluentes dos corpos d'águas, impactando a dinâmica dos fluxos e o processo hidrogeomorfológico (Magalhães Junior *et al.*, 2020).

Norteados por esses fatores, avaliamos o processo erosivo nas margens dos Igarapés, se ausentes, moderado ou acentuado (figura 72).

Figura 72: Gráficos demonstrativos de processo erosivo nas margens dos Igarapés urbanos de Coari.



Fonte: Resultados do PAR-R. Organizado por Giselane Campos, 2024.

Nos pontos P1, P2, P3, P4 e P5 do Igarapé Espírito Santo, classificamos como "regular". E, acentuado no Ponto P6 onde fica sua foz, portanto "ruim" (Figura 73).

Figura 73: Processo erosivo no ponto P6 no Igarapé Espírito Santo.

Fonte: Giselane Campos. Registro de campo, novembro de 2023.

No igarapé Pêra, observamos a preservação do canal no ponto P1, ao qual classificamos como “ótimo”, porém os pontos P2 e P4, o processo erosivo é bem acentuado (Figura 74), por isso sinalizado como “ruim”, e, no ponto P3, “moderado”.

Figura 74: Processo erosivo no ponto P2 no igarapé Pêra.

Fonte: Giselane Campos. Registro de campo, novembro de 2023.

No igarapé Bucuará, o processo erosivo das margens tem uma certa regularidade, pelo uso dos moradores em diversos fins como banho, pesca, plantação, e a retirada da vegetação, produz um ambiente domesticado, no qual classificamos como “regular” (Figura 75).

Figura 75: Processo erosivo nos pontos P1 e P2 no Igarapé Bucuará.

Fonte: Giselane Campos. Registro de campo, junho de 2023.

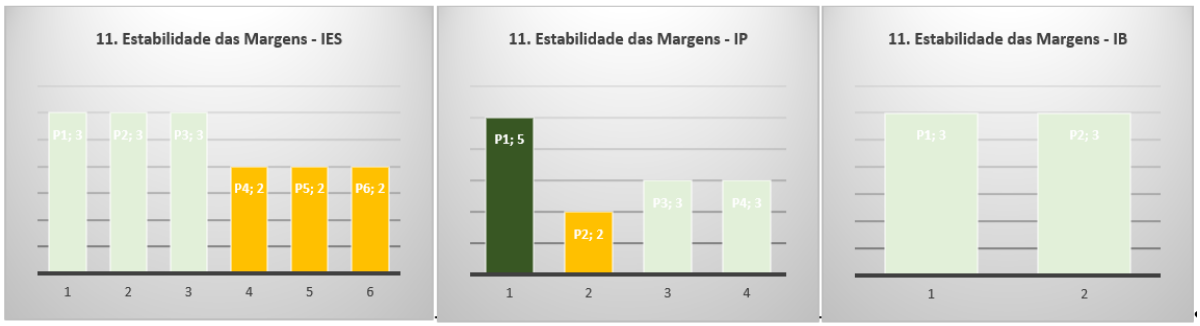
A erosão nas margens dos igarapés de áreas urbanas é agravada pelas chuvas. Coari que possui “precipitação pluvial anual igual ou superior a 2.000 mm” (Mota, 2017), passa por grandes problemas no período das intensas chuvas, em que ocorre as cheias dos rios. A trajetória das águas precipitadas, se faz em direção aos canais fluviais, nesse movimento de seu escoamento, transporta não mais apenas as águas das chuvas, como também, sedimentos misturados às águas servidas e o lixo despejado.

“O ser humano ao provocar a erosão, interfere na duração geomorfológica, encurtando-a e acelerando em muito o processo natural (Bastos e Freitas, 2013)

Associado aos processos erosivos, a estabilidade das margens fora observada de acordo com seu estado de sustentação, portanto, estáveis com evidência mínima ou ausente de erosão; moderadamente estáveis com pequenas áreas de erosão frequentes;

moderadamente instável com risco elevado de erosão durante enchentes; e, instável com muitas áreas de erosão (Figura 76).

Figura 76: Gráficos demonstrativos da estabilidade das margens dos Igarapés urbanos de Coari.



Fonte: Resultados do PAR-R. Organizado por Giselane Campos, 2024.

Por esses aspectos, os pontos P1, P2 e P3 do Igarapé Espírito Santo, foram identificados como moderadamente estáveis, pois é possível a ocorrência de processos erosivos, principalmente no período das chuvas. Os pontos P4, P5 e P6, ficaram qualificados como moderadamente instáveis, haja vista, identificarmos com facilidade atividades erosivas nesses pontos.

No igarapé Pêra, o ponto P1 se encontrava com processos erosivo mínimos, já o ponto P2, com instabilidade e elevada nas suas margens e risco de erosão, que nos pontos P3 e P4, já eram um pouco mais reduzidos no momento da observação, portanto, identificados como “moderado”.

No igarapé Bucuará, os pontos P1 e P2 possuem estabilidade de suas margens “moderadas” com processos erosivos de baixa frequência.

A esse panorama, se acrescenta os agravantes da escassez ou falta de cobertura vegetal no leito dos rios, juntamente com a ausência de mata ciliar em suas margens, pois oferecem proteção das bordas dos rios, evitando os processos erosivos intensos.

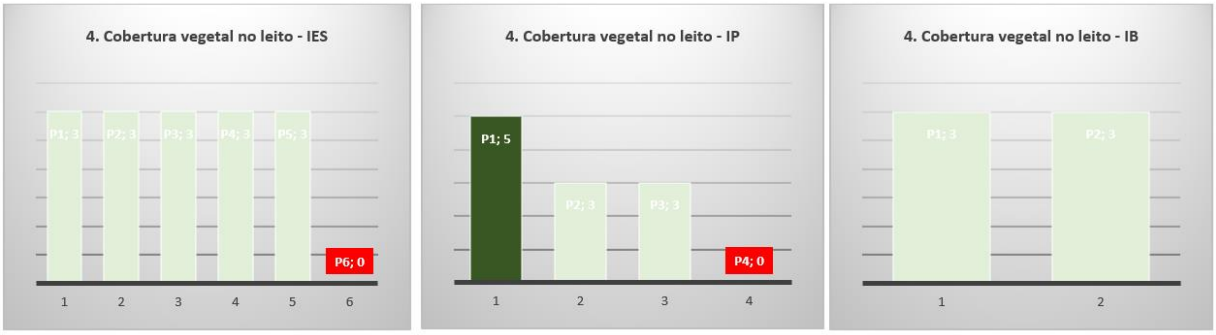
“A vegetação é um elo vital do ciclo hidrológico” (Magalhães Junior *et al.*, 2020). Por meio dela há o recarregamento dos aquíferos, já que a infiltração se torna mais eficiente, pois reduz o escoamento superficial, controlando a erosão do solo.

Assim, a retirada da cobertura vegetal pode levar sérios impactos ao sistema hídrico.

Para essa observação consideramos a complexa composição dos ecossistemas florestais, que fazem parte da região, como variedades de espécies arbóreo/arbustivas, mata de várzea, mata de baixio e igapós (Aguiar, 2002).

Sendo assim, a classificação qualitativa da cobertura vegetal, considerou a existência parcial, total ou ausente da vegetação. Os resultados, apresentaram contextos parecidos quanto a existência no entorno dos pontos observados (Figura 77).

Figura 77: Gráficos demonstrativos da cobertura vegetal nos Igarapés urbanos de Coari.



Fonte: Resultados do PAR-R. Organizado por Giselane Campos, 2024.

No igarapé Espírito Santo, classificamos seus pontos P1, P2, P3, P4 e P5 como moderado pela ocorrência característica de mata de igapó, com alterações antropogênicas em sua volta, contudo, nos pontos P4 e P5, a cobertura está mais ligada a presença de plantas aquáticas com alguma incidência de vegetação nativa. E, no ponto P6, classificamos a cobertura vegetal como ausente.

Figura 78: Registro da existência de cobertura vegetal nos pontos P1, P2 e P3 do Igarapé Espírito Santo.

Fonte: Giselane Campos. Registro de campo, junho de 2023.

Figura 79: Registro da existência de cobertura vegetal nos pontos P4 e P5 do Igarapé Espírito Santo.

Fonte: Davy Rabelo. Registro de campo, maio de 2023.

No Igarapé Pêra, o ponto P1 possui cobertura vegetal sem grandes alterações próximas as suas margens (Figura 80), que por sua vez, é de difícil acesso por esse mesmo motivo. Nos pontos P2 e P3, classificamos como moderada (Figura 81), e, no ponto P4, ausente.

Figura 80: Registro da existência de cobertura vegetal no ponto P1 do Igarapé Pêra.

Fonte: Giselane Campos. Registro de campo, junho de 2023.

Figura 81: Registro da existência de cobertura vegetal nos pontos P2 e P3 do Igarapé Pêra.

Fonte: Registro de campo, maio e junho de 2023.

No igarapé Bucuará, há cobertura vegetal com poucas alterações em sua margem esquerda, e com consideráveis modificações na margem direita, pela apropriação e uso da terra, ao qual consideramos moderado (Figura 82).

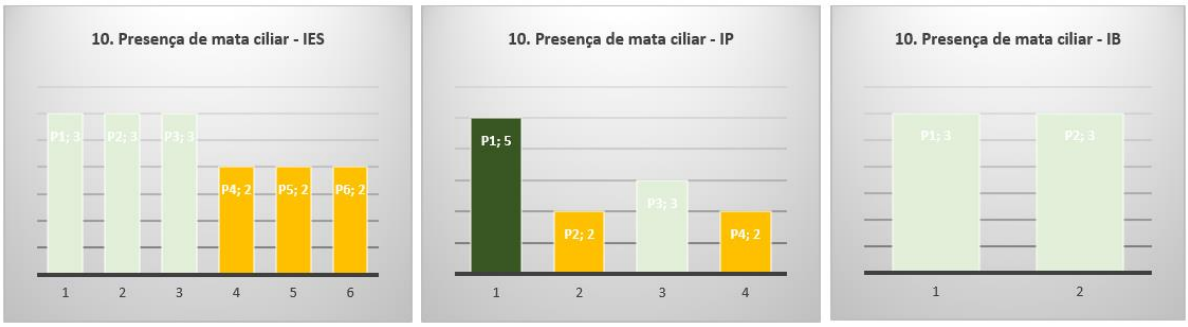
Figura 82: Registro da existência de cobertura vegetal no ponto P1 do Igarapé Bucuará.

Fonte: Davy Rabelo. Registro de campo, maio de 2023.

A instabilidade erosiva ocorre principalmente pela ausência da proteção do solo. Nas margens dos rios, a mata ciliar é fundamental para amenizar o escoamento das águas da chuva na superfície. A interceptação por essa cobertura vegetal ajuda na infiltração e armazenamento das águas no lençol freático, compondo assim, uma de suas principais funções.

Ao observar a incumbência dessa tarefa de retenção das chuvas, evitando o processo erosivo e assoreamento dos cursos d'águas, verificamos o estado de alterações das margens, se, haveria a existência de mata ciliar nativa; ou, pouca presença de mata ciliar e pouco desflorestamento; ou, ausência de mata ciliar nativa e desflorestamento muito acentuado (Figura 83).

Figura 83: Gráficos demonstrativos da presença de mata ciliar nos Igarapés urbanos de Coari.



Fonte: Resultados do PAR-R. Organizado por Giselane Campos, 2024.

No perímetro do igarapé Espírito Santo, nos pontos P1, P2, e P3, identificamos como "moderada" a presença desse tipo de vegetação. Nos pontos P4, P5 e P6, qualificamos como "regular" por identificarmos mais presença de macrófitas nesse perímetro cobrindo as margens (Figura 84).

Figura 84: Registro das margens e existência de mata ciliar nos pontos P4, P5 e P6 do Igarapé Espírito Santo.

Fonte: Giselane campos. Registro de campo, junho de 2023.

No igarapé Pêra, a mata entorno do ponto P1, encontra-se sem alterações em sua margem, portanto, ficou apontamos como “ótimo”, enquanto P2 e P4 “regular” com pouca vegetação e com presença de macrófitas (Figura 85). E, no P3, de forma “moderada”.

Figura 85: Registro das margens e existência de mata ciliar nos pontos P2 e P4, P5 e P6 do Igarapé Pêra.

Fonte: Giselane Campos. Registro de campo, junho e novembro de 2023.

Quanto aos pontos P1 e P2 observados no igarapé Bucuará, identificamos a presença da mata ciliar como “moderada”, pois há uma contínua limpeza nas margens por parte dos moradores que usufruem dos recursos do rio.

Figura 86: Registro das margens e existência de mata ciliar nos pontos P1 e P2 do Igarapé Bucuará.

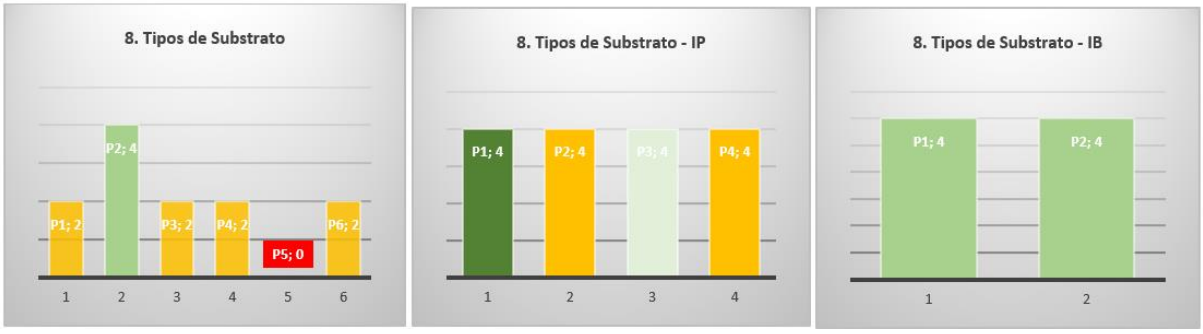
Fonte: Davy Rabelo. Registro de campo maio de 2023.

Oliveira (2012), apontou a fragilidade ambiental vivida pela população que morava no entorno do Igarapé Espírito Santo, em razão da enchente do ano de 2009. Em sua análise, o agravamento do assoreamento do canal, foi provocado pelas alterações adaptativas para ocupar o espaço do rio, com a retirada da mata ciliar.

Diante da importância da sua presença nas margens dos rios, o Código Florestal Federal considera o desmatamento de mata ciliar, um crime ambiental (Lei 4.771/65). As áreas onde se encontram, possuem um solo fértil e úmido, sua ausência provoca o transporte de sedimentos e poluentes, arrastando os substratos que sustentam a vegetação circunvizinha.

Assim, para a análise da presença de substratos, levamos em consideração aspectos como as alterações próximas aos pontos observados, tais como, material de construção, cascas, resíduos, visto que, a formação do solo de Coari, induz a identificar aspectos ligados aos *gleissolos e argissolos* (Teixeira *et al.*, 2010). Dessa forma, os substratos a serem pontuados nas alternativas de especificidades do PAR-R foram categorizados em arenoso, argiloso, cascalho alguns seixos presentes, e, rochoso (Figura 87).

Figura 87: Gráficos demonstrativos da presença de substrato nas margens dos Igarapés urbanos de Coari.



Fonte: Resultados do PAR-R. Organizado por Giselane Campos, 2024.

Assim, nos pontos P1, P3, P4 e P6 do Igarapé Espírito Santo, identificamos como “regular” por haver diversas misturas de material em meio ao solo, tais como material de construção, lixos de diferentes origens, sinalizando fortes alterações de origem antropogênica. O ponto P2, apresentou propriedades de material com textura argilosa húmica condizente com os *Gleissolos*, com uma serapilheira suavizada pela limpeza do espaço por ser um local de recreação comercial (Figura 88).

No ponto P5, qualificamos como “ruim”, pela dificuldade de identificação do substrato, encoberto pelo adensamento de casas próximas umas das outras no período da observação.

Figura 88: Registro das margens e existência de substrato no ponto P2 do Igarapé Espírito Santo.

Fonte: Giselane Campos. Registro de campo, junho de 2023.

No Igarapé Pêra, o ponto P1, classificamos como “bom” pela rara alteração nesse local. E, os pontos P2 e P4, como “regular”, principalmente pelo solo apresentar densa camada argilosa, quase sem presença de horizonte A, sobretudo, pelas modificações estruturais dos locais observados (Figura 89). No ponto P3, considerado moderado ainda que haja presença de mistura tecnogênicas em seu substrato.

Figura 89: Registro das margens e existência de substrato no ponto P2 do Igarapé Pêra.

Fonte: Giselane Campos. Registro de campo, novembro de 2023.

No igarapé Bucuará, a avaliação qualitativa quanto ao tipo de substrato, foi considerado “bom”, haja vista, o entorno dos pontos avaliados se encontrarem em estado razoavelmente preservado, com a presença de vegetação local cuidada pelos moradores (Figura 90).

Figura 90: Registro das margens e existência de substrato no ponto P2 do Igarapé Bucuará.

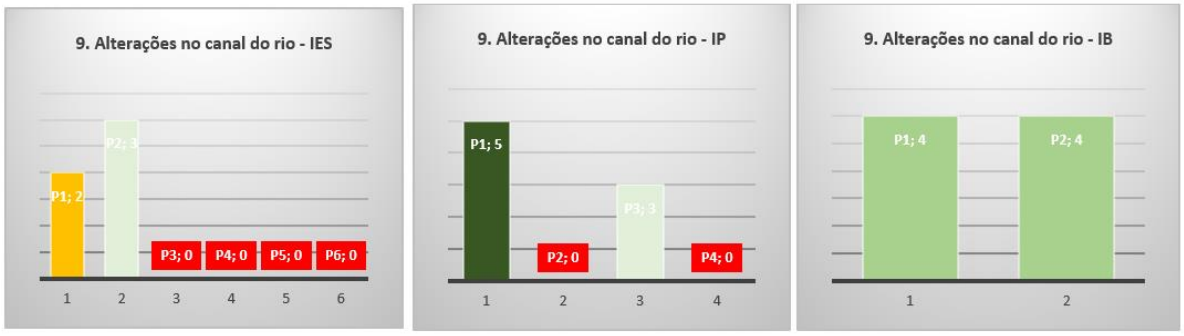
Fonte: Giselane Campos. Registro de campo, junho de 2023.

Todos os fatores já elencados, são responsáveis pelas alterações dos canais dos rios, porém, o principal e mais consistente, é a alteração antropogênica que produz sua retificação,

por meio da aplicação de variados revestimentos, aos quais aumentam a velocidade de escoamento das águas, gerando aumento dos picos de vazão e consequentemente impactando sua jusante.

Para avaliar a alteração do canal do rio, tomamos como critérios, a canalização do igarapé, seu aterramento ou pouca modificação natural e padrão normal sem modificação.

Figura 91: Gráficos demonstrativos das alterações do canal dos Igarapés urbanos de Coari.



Fonte: Resultados do PAR-R. Organizado por Giselane Campos, 2024.

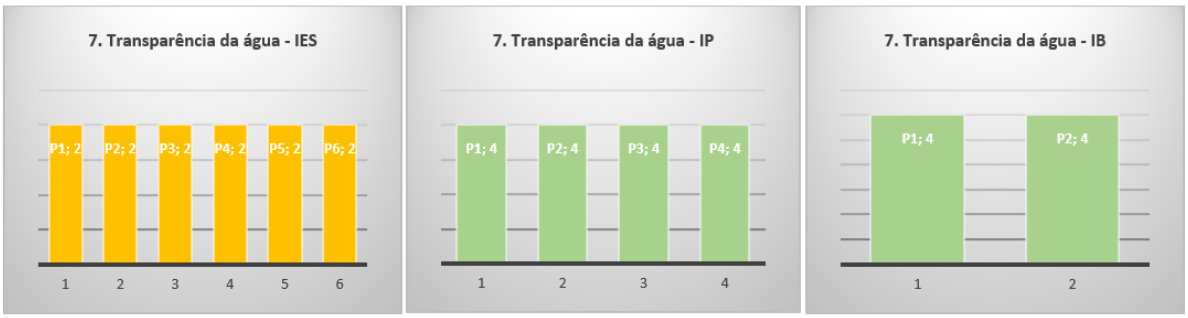
No igarapé Espírito Santo, em seu ponto P1, observamos a alteração por meio das adaptações de tubulações no canal do mesmo, servindo de passagem do rio, sob a vinculação que liga a via de acesso do Conjunto Residencial Iacy Dantas e Caracol à Estrada Coari Itapeua, e nesse caso, o classificamos como “regular” pelo impacto contínuo dessa intervenção. No ponto P2, a alteração foi classificada como “moderada”, pelas interferências em seu percurso, e, construções no entorno de seu formato original. Nos pontos, P3, P4 e P6 identificamos aterramentos do Igarapé para a passagem de ligação de continuidade das ruas onde se localizam. E, ponto P5, o avanço das casas nas margens do Igarapé que compromete seu formato padrão. Portanto, identificamos como “ruim”.

No igarapé Pêra não se evidenciou mudanças aparentes no ponto P1, e consequentemente foi classificado como “ótimo”, porém nos pontos P2 e P4, houveram alterações drásticas, no P2 aterramento para acesso ao conjunto Habitacional Monte Sinai, e P4, aterramento e construção da ponte do Pêra. E, no ponto P3 as alterações do canal, foram consideradas como “moderadas”.

Nos pontos P1 e P2 do igarapé Bucuará, a alterações são evidentes, porém há também certo grau de preservação por parte dos moradores, portanto, marcado como “bom” quanto suas modificações.

A classificação qualitativa, quanto a transparência da água (Figura 92), se fez a partir do padrão de entendimento visual das características locais, e, baseado em Sioli (1985).

Figura 92: Gráficos demonstrativos quanto a transparência da água dos igarapés urbanos de Coari.



Fonte: Resultados do PAR-R. Organizado por Giselane Campos, 2024.

Nesse sentido, qualificamos como “bom”, para todos os pontos dos igarapés Pêra e Bucuará por apresentarem visualmente turva cor de chá forte. Ressaltando, que no dia da aplicação do PAR-R, estávamos em período de cheia dos rios (figura 93 e 94).

Figura 93: Registro transparência da água no ponto P3 do igarapé Pêra.

Fonte: Giselane Campos. Registro de campo, maio de 2023.

Figura 94: Registro transparência da água no ponto P1 do Igarapé Bucuará.

Fonte: Giselane Campos. Registro de campo, maio de 2023.

Não obstante, todos os pontos de observações do igarapé Espírito Santo, se encontraram alterados, nos pontos P1 e P2, opacos com sedimentos em suspensão (Figura 95), consequência da expansão urbana em direção da nascente deste igarapé, e as intervenções para seu acesso, citado anteriormente.

Figura 95: Registro transparência da água nos pontos P1 e P2 do Igarapé Espírito Santo.

Fonte: Giselane Campos. Registro de campo, junho de 2023.

Nos demais pontos, com coloração alterada por influências de outros fatores, como a eutrofização e excessos de sais por despejo de águas servidas (Figura 96).

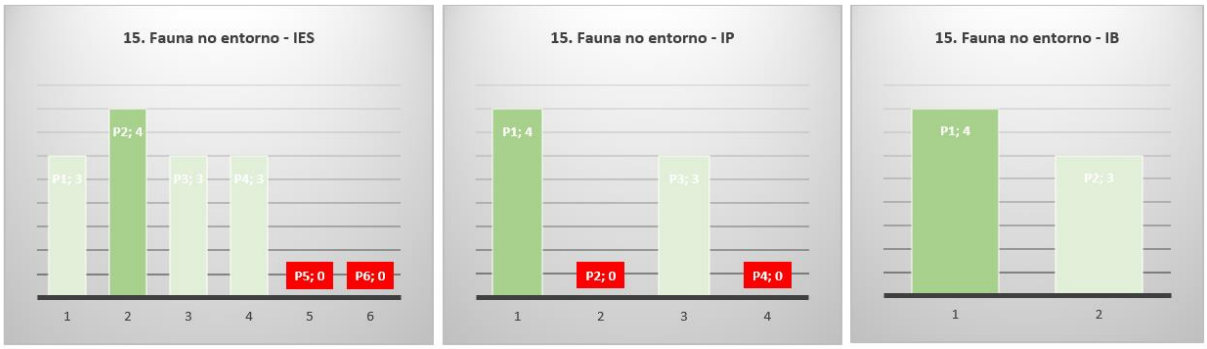
Figura 96: Registro transparência da água ao longo do Igarapé Espírito Santo.

Fonte: Davy Rabelo. Registro de campo, maio de 2023.

A presença da fauna consiste na manutenção das matas, como também em sua renovação. Os ecossistemas florestais, necessitam desses dispersores de sementes e polinizadores, que auxiliam na regulação ambiental gerando e mantendo a floresta. Assim, observamos também a presença ou ausência de animais, pois a expansão das áreas urbanas, e a adequação do sítio urbano, em virtude do seu uso e ocupação, geraram interferências na fauna silvestres, produzindo alterações significativas no equilíbrio ecológico da mesma forma que na morfologia das Bacias dos igarapés.

Portanto, observamos se haveria presença visual de animais como mamíferos, répteis, insetos, pássaros e etc., ou ausência dos mesmos, bem como, apenas a presença de alguns, identificados pelas pegadas, fezes ou sons, ou visualização moderada de animais nativos, como répteis, insetos e pássaros (Figura 97).

Figura 97: Gráficos demonstrativos quanto a presença faunística no entorno dos Igarapés urbanos de Coari.



Fonte: Resultados do PAR-R. Organizado por Giselane Campos, 2024.

Para os pontos P1, P3 e P4 do igarapé Espírito Santo, identificamos pouca presença de animais. Muitas vezes apenas os sons ou visualmente algumas aves, desse modo indicado como “moderado”. No ponto P2, observamos a presença de répteis e insetos, ao qual assinalamos como “bom”. Nos pontos P5 e P6 completa ausência visual de quaisquer espécies, recebendo o indicativo de “ruim”.

No igarapé Pêra, no ponto mais próximo a nascente, P1, apontado como “bom”, pela visualização de insetos e répteis. Nos pontos P2 e P4, com ausência completa “ruim”, e no ponto P3, alguns insetos apenas recebendo o indicativo de “moderado”.

No igarapé Bucuará no ponto P1, foi possível ver pássaros, como também perceber a presença de peixes no rio ao qual sinalizamos como “bom”. E, no ponto P2, apenas indícios, como sons e répteis, classificado como “moderado”.

Não houveram registros fotográficos de animais nem insetos, principalmente pelas dificuldades em obter a captura momentânea da presença desses seres.

Assim, ao organizar as observações pontuadas a partir de considerações qualitativas, baseados em fatores ligados a locais minimamente perturbados (Rodrigues e Castro 2008), buscamos apresentar as condições e os níveis de alterações que influenciam na dinâmica das Bacias Hidrográficas Urbanas de Coari, e, consequentemente em suas alterações hidrogeomorfológicas.

Ponderamos que o espaço da cidade, que é o habitat da sociedade, invadiu e transformou o meio natural, que já não se enquadra assim, por ter sofrido alterações adaptativas para conformação do modo de vida urbano. Dessa forma, seus corpos hídricos, e suas vertentes encontram-se ocupadas e assoreadas pelo imperativo das necessidades imediatas.

Por essas necessidades, registramos os igarapés que cortam a cidade, como os primeiros a sofrerem grande carga de impactos com o adensamento populacional, refletindo em ocupações irregulares, sem infraestrutura adequada, assentada e naturalizada na antropogenia como modelador das novas feições da cidade que se expande.

Essa intervenção no entorno de seu recorte hídrico, possui forma, concretude e consequências que se processam na superfície mais visível, pois encontra-se a céu aberto, desvelado nas consequências das ações que transformaram e transformam continuamente seus cursos.

Desta forma, ao olharmos para esse contexto, partimos do entendimento do paradigma ambiental, a partir do conceito de meio ambiente como um megassistema, caracterizado em Rodriguez e Silva (2018), onde os autores argumentam que a partir de uma visão dialética-materialista, a relação sociedade e natureza, serão determinadas pela produção material.

> [...] Além disso, como resultado dessa interação, não forma um sistema integral subordinado as leis gerais e comuns, as quais se submeteriam as suas diferentes partes (ou ser a própria natureza e a própria sociedade). Pelo contrário, do nível de desenvolvimento da sociedade e do processo de produção material dependem o caráter da influência sobre a natureza, o âmbito e a profundidade da influência social sobre os processos e fenômenos sociais. Assim, as leis sociais são principais em sua interação com a natureza. No entanto, a sociedade sozinha não pode estabelecer completamente as regras, alterar e dominara a natureza e suas leis. O seu grau de interferência atinge determinados limites ou limiares em dependência das propriedades intrínsecas dos sistemas naturais (Rodriguez e Silva, 2018, p.49).

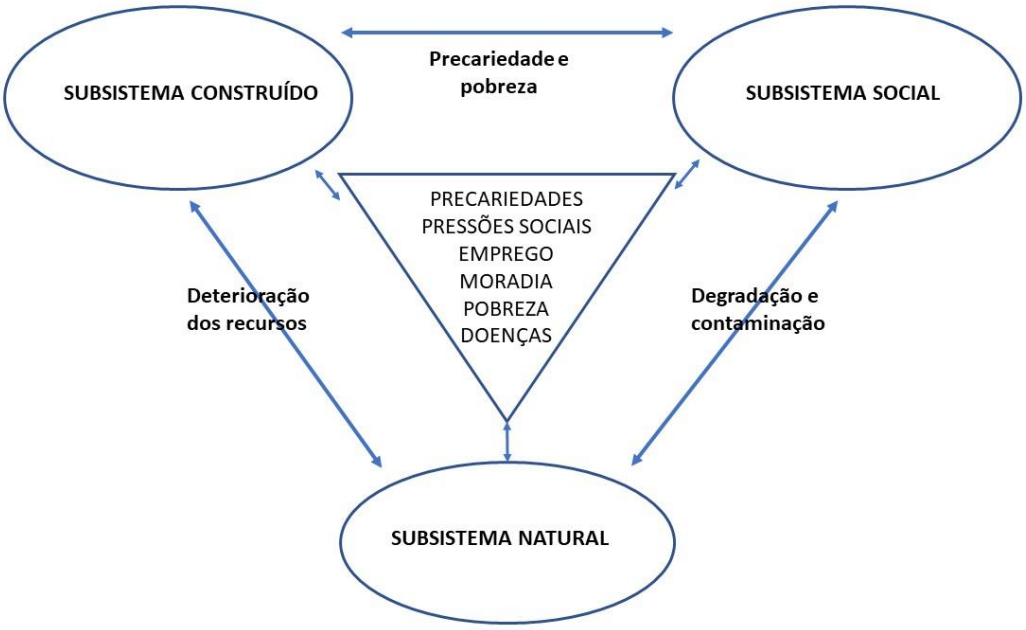
Assim, o homem como agente transformador das paisagens urbanas, deve ser acompanhado em seu agir (Santos Filho, 2011), pois qualquer obra no entorno dos igarapés, resultará na alteração do relevo de suas Bacias, e por suas dinâmicas recíprocas, responderá por meio das enchentes, do movimento de sedimentos, do transbordamento em suas margens e consequente contaminação, convertendo-se em riscos ambientais.

Esses riscos se fundamentam nas formas de ocupações que se estruturaram em diferentes níveis, e que modelam seus distintos contextos, principalmente pelo estabelecimento do trato com o meio.

Nessa arquitetura que envolvem as problemáticas urbanas de Coari (Figura 98), foram observados três subsistemas em interação: a) Subsistemas Social e Construído revelados na pobreza e precariedade da moradia; b) Subsistema Natural afetado pela deterioração de seus recursos pelo Sistema Construído; e, c) Subsistema Social degradando e contaminando o

Subsistema Natural, por sua intervenção inadequada (PNUD/UNOPS, 1997; Mendonça, 2004 *apud* Farias e Mendonça, 2022).

Figura 98: Esquema da integração das problemáticas urbanas de Coari



Fonte: Adaptado de PNUD/UNOPS, (1997) a*pud* Farias e Mendonça, (2022, p.5). Organizado por Giselane Campos, 2024.

Ao examinar a interação dessas problemáticas geradas a partir da concretização da urbanidade de Coari, notamos que suas consequências, provocou e provoca reconfigurações em seus ambientes hídricos, sobretudo, pelo fato de os caminhos das águas já existirem antes mesmo da edificação da cidade. Portanto, suas relações não poderiam ficar ilesas de quaisquer tipos de impactos. Porém, os novos aparatos tecnológicos ofereceram ainda mais suporte para a estruturação e manutenção dos efeitos nocivos dessa interação. O que deveria ser o contrário.

Santos Filho (2011), descreve o “espaço urbano como concebido e desenhado através de um método abstrato e exógeno à natureza, embora sua materialização implique nova configuração do ambiente”. Nesse sentido, temos nas Bacias Hidrográficas Urbanas dos Igarapés de Coari, díspares ambientações das concentrações humanas em seus entornos, como também diferentes consumações nas suas alterações hidrogeomorfológicas.

Na bacia do igarapé Espírito Santo, evidenciamos sua apropriação e uso de maneira adensada, parcamente harmônico, em menosprezo a sua existência. A concentração de

moradores é maior, principalmente por ser evidente sua presença física no arcabouço da cidade, e, ao expandi-la, foi preciso atravessa-lo. Para tanto, aterrou-se os cursos de seu leito, de seus afluentes, tornando-se contínua prática, e direcionando sua expansão às nascentes. Afinal, é o igarapé que recepciona todos os tipos de rejeitos.

Não tão desigual, foi a apropriação e uso da bacia hidrográfica do igarapé Pêra, que se consolidou primeiro como uma zona periférica, habitada por moradores excluídos da zona central da cidade, posteriormente, esse contexto se transforma a partir da conexão espacial através da ponte do Pêra. Sua iminente expansão do tecido urbano, agora se concretiza também, nas novas formas de habitar, de modo menos adensado e mais privativo, no entanto, a relação exploratória e predadora se evidenciam nos despejos residuais que são lançados nos afluentes que alimentam a Bacia.

Na área onde observamos o uso e apropriação das margens da bacia hidrográfica do igarapé Bucuará, constatamos uma relação um tanto quanto simbiótica, nem tanto harmônica, porém, mais servil, no sentido de cuidar do lugar que muitas vezes fornece alimento, subsistência e proteção para parte de seus moradores. Para outros, exploração comercial da beleza de um ambiente naturalmente domesticado para esse fim. Portanto, a utilidade proporciona sua manutenção, sem, contudo, evitar os danos causados pela ação antropogênica que se estabelece também por essa relação.

Cada apropriação concebida nessas bacias hidrográficas, gerou uma paisagem com elementos e dinâmicas por vezes iguais e outras diferentes. Essa heterogeneidade das paisagens é evidenciada em suas formas, mas as consequências mais perceptíveis são avaliadas em conjunto dos demais fatores incidentes.

Almeida Filho, *Aleixo e Silva Neto* (2022), analisaram a constituição de ilhas de calor urbanas na cidade de Coari, com uso de transectos móveis durante o período de 14 a 19 de setembro de 2019, ao concluírem suas observações, enfatizaram a gama de processos que atuam na entrada e saída da matéria que contribuem com esses efeitos, como, a alta densidade construtiva e a escassez de arborização.

De acordo com Christofoletti (1980) na região Amazônica é de extrema importância a associação da cobertura vegetal e o clima, por contribuir com a geração e dispersão de massa de ar que influenciam em outras regiões, pois além de modificar o ciclo hidrológico, também altera o clima em escala local, como também regional num primeiro momento, e posteriormente em áreas longínquas.

Botelho (2011), afirma que o desencontro entre causa e efeito, talvez seja o principal motivo do mau funcionamento das Bacias Hidrográficas urbanas, e que é no comportamento humano que fundamenta os efeitos decorrentes no ambiente. “A magnitude e intensidade da ação antrópica produz efeitos diversos sobre a dinâmica da natureza, variando no tempo-espaço de acordo com os diversos arranjos socioambientais” (Barros, p.382).

Essa ação dinâmica e integrada do percurso das águas, a modelam junto a outros elementos e fatores geográficos, assumindo igualmente papel ativo na evolução do relevo. Assim, considerando os distúrbios e perturbações que a sociedade coariense vem imputando as suas Bacias Hidrográficas, pontuamos a necessidade de uma requalificação desses cursos d’água. Portanto, se ultrapassa o entendimento de uma unidade espacial física, para compreender como espaço socialmente construídos, onde a visualização dos impactos ambientais é facilmente identificada (Albuquerque, 2012).

Esse espaço socialmente construído, passa a ser encarado como desafio de trabalhar a questão da governança. Pois se integra a necessidade do planejamento e de gestão para manutenção de suas interações ambientais, conciliando as múltiplas interações culturais, econômicas e sociais.

Carvalho (2019), defende a importância das intervenções fluviais quando são pensadas pelo víeis da sustentabilidade, fundamentada por um conjunto de ações que tenham por finalidade, a regulação de uso, controle e proteção dos recursos hídricos, resguardadas também, por legislações específicas.

A Política Nacional de Recursos Hídricos instituída pela Lei nº 9.433 de janeiro de 1997, criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, em seus incisos estabelece fundamentos pautados nas seguintes orientações: a água é um bem de domínio público; por ser recurso natural limitado, possui valor econômico; logo, a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas. E, essa gestão deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades. Portanto, o município possui um papel importante na gestão pública. Essa forma de governança apresenta méritos, ao refletir sobre as demandas cotidianas dos cidadãos.

Nesse sentido, encontramos apoio nas políticas instituídas pela Lei nº 11.445/2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico; Lei nº 12.651/2012, que estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, Áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal. E, normativas

derivadas da Lei nº 6.938/1981, como Planos de Recursos Hídricos Estaduais, Zoneamento Ecológico-econômico e a Outorga de direito de uso de recursos hídricos

São a partir desses instrumentos legais, que se estabelece as ações para gestão hídrica a partir do território onde se insere a bacia hidrográfica, por meio de uma gestão sistemática adequada dos recursos hídricos, considerando as diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do Brasil (Carvalho, 2020).

Albuquerque (2012), acentua que a proposta da Lei da PNRH é nítida, mas as dificuldades se apresentam em sua aplicabilidade legal efetiva. Evidencia ainda, que um dos primeiros problemas se estabelece quanto às Áreas de Preservação Permanente (APPs), que na maioria dos casos, sofrem intervenções, como é o caso em Coari.

Botelho (2011), reforça que a criação de áreas verde no meio urbano, especialmente as APPs, propiciam a diminuição do escoamento superficial e aumenta a infiltração da água, favorecendo o equilíbrio hidrológico da bacia e na qualidade ambiental, pois apresentam igualmente função paisagística, de lazer e de atenuação dos efeitos do clima urbano, como por exemplo, as ilhas de calor. Contudo, a autora também destaca que a situação das APPs em áreas urbanas é bastante crítica, pelo desrespeito às leis que asseguram sua preservação.

Albuquerque (2012), esclarece que tais áreas seriam decididamente destinadas à preservação, entretanto, segundo critérios estabelecidos pela Resolução Conama Nº 369/2006, essas áreas estão passíveis de serem atingidas por intervenções em casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental.

Mas é na Lei nº 11.977/2009, que trata do programa de habitações populares (Minha casa, minha vida) e da regularização fundiária de assentamentos localizados em áreas urbanas, que se assegura a regularização fundiária de assentamentos irregulares e à titulação de seus ocupantes, por parte do município, e, no art. 54, § 1º, a lei dá poderes para admitir a regularização fundiária de interesse social em APPs, ocupadas até 31 de dezembro de 2007 e inseridas em área urbana consolidada (Freitas *et al,* 2019).

Assim, Botelho (2011) enfatiza que é preciso desenvolver novas formas de ocupação, novos materiais, novas técnicas, novas leis, estabelecendo novas relações de uso do espaço urbano. Afirma também, ser inconcebível desconstruir cidades, sendo mais viável criar mecanismos alternativos. Macedo e Magalhães Júnior (2020), destacam iniciativas de restauração dos cursos d'água desenvolvidas por agências públicas de vários países no mundo, impulsionadas por textos legais que determinam a necessidade de recuperar ambientes

fluviais. E, é por meio de produções científicas que se respaldam a avaliação da eficácia nas intervenções. E, estas devem envolver abordagens multidisciplinares, respeitando critérios técnicos da realidade física-estrutural, financeira e sociocultural de cada ambiente.

Pensar na restauração fluvial, é entender que essas as bacias Hidrográficas são unidades espaciais de dimensões variadas, e que a disposição de seus recursos hídricos superficiais se relacionam entre a estrutura geológica, geomorfológica e as condições climáticas, portanto, os cursos d'água são sistemas ambientais complexos, que atuam como elemento transformador da paisagem geográfica, e que é também recurso.

Dessa forma, as abordagens sobre restauração de bacias hidrográficas, devem ser rigorosas em termos teóricos e práticos, não devendo ser confundida com revitalização, de cunho superficial e especulativo sem cunho ambiental, e sim, voltada a recuperação dos sistemas fluviais para alcançarem o funcionamento autossustentado (Macedo e Magalhães Júnior, 2020).

Rodriguez e Silva (2018), comentam que nos últimos anos, as bacias hidrográficas tem tido um enfoque ambiental, pelo fato das mesmas, serem consideradas como unidade de gestão ambiental, exigindo assim, uma abordagem mais abrangente, para além da condução, controle e administração por meio dos instrumentos, regulamentos, normativas legais. Nesse sentido, a gestão envolve as diferentes lógicas e racionalidades dos diversos agentes sociais e econômicos envolvidos. Relacionando também processos econômicos, políticos, sociais, culturais e históricos. Surge, portanto, a necessidade de uma análise sistêmica complexa, como necessidade epistemológica no momento de estruturar as bacias hidrográficas.

Assim, pensar a questão da revitalização de rios em áreas urbanas, é considerar o ambiental articulado a uma totalidade sistêmica sob diversas complexidades e hierarquia integrada e auto organizada, evolutiva e dinâmica, reorganizando-se permanentemente.

Os desafios diretamente associados à crise hídrica vivenciada nos últimos anos, orienta ações de reintegração dos ambientes naturais dentro do ambiente urbano. Essas orientações implicam na aplicabilidade dos conceitos de sustentabilidade, voltados a proteção dos recursos por meio da relação harmônica com o ambiente, deixando esse legado para as próximas gerações.

As políticas expansivas do tecido urbano da cidade de Coari, desvia todas a alternativas de manutenção de suas bacias hidrográficas. Seguindo em direção contrária ao que preconiza a legislação, bem como, as novas tendências de percepção sobre a lógica da restauração

ambiental, pautadas inclusive na Agenda 2030, composta por 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) que determina “Uma vida digna para todos”.

Embora, o conceito de Desenvolvimento Sustentável tenha sido formulado principalmente a partir de organizações internacionais, que privilegiou uma visão economicista do desenvolvimento, favorecendo a perspectiva de crescimento econômico, por um ponto de vista neoliberal, onde o ambiente era considerado um fator de competitividade, como uma mercadoria, pensando-se antes de tudo em fornecer um preço para tudo relacionado ao ambiental (Rodriguez e Silva, 2018).

Apresentamos, portanto, o trabalho de Lorenzi (2022), que dissertou sua pesquisa de mestrado, com objetivo de promover a territorialização da Agenda 2030, mediante a localização de um quadro de indicadores, para o acompanhamento das metas dos ODS no âmbito dos municípios do Amazonas. Com base nos indicadores, elaborou um Ranking mostrando a posição em que se encontra cada município, frente as metas dos indicadores, e, Coari, apesar de concentrar receitas expressivas, cujo Produto Interno Bruto (PIB) é o segundo maior do Estado, apresenta resultados insignificantes em quase todos os indicadores sociais, econômicos e ambientais analisados.

Nesse sentido, chamamos a atenção para o desinteresse em recuperar as características naturais de seus mananciais, mesmo sendo extremamente complicado tendo em vista, a necessidade de reestruturação e ampliação da rede de esgoto, assim como, da estação de tratamento de efluentes, para que se amenize a carga concentrada nos despejos dos seus igarapés.

Desse modo, a restauração e reabilitação de cursos d’águas, devem propor ações centradas na recuperação de áreas para infiltração, no aumento da capacidade de retenção das águas, na captação de águas das chuvas e seu reaproveitamento (Botelho, 2011).

Sucupira *et al.* (2022), discorrem sobre a renaturalização ou revitalização de rios[17], e enfatizam que no Brasil, as medidas mais usadas para rios urbanos são o plantio de matas ciliares, obras de saneamento e esgoto, parques fluviais e lineares. Este último são os mais adotados, principalmente pela necessidade de contemplar as dimensões humanas, para

[17] termo dado à uma intervenção urbanística e paisagística, onde é regenerado seu ecossistema, devolvendo sua biodiversidade. O que deve ficar explícito é que a renaturalização não tem o intuito de tornar o rio a seu estado natural, sem a presença do homem, mas sim ao desenvolvimento sustentável do meio urbano com a natureza (GARCIAS e AFONSO, 2013).

minimização das pressões imputadas ao sistema fluvial, já que muitas de suas atividades são incompatíveis com a proteção desse complexo (Macedo e Magalhães Júnior, 2020).

Logo, a inclusão da população nesse processo, torna-o mais eficiente e duradouro, alcançando uma gestão participativa (Carneiro *et al.*, 2020). Nesse sentido, entendemos que tais ações buscam a participação conjunta, para despertar a consciência ambiental por meio da recuperação da relação da sociedade com o ambiente natural, auxiliando na manutenção de sua preservação.

Percebemos a importância das bacias hidrográficas urbanas de Coari, para além de suas funcionalidades enquanto recursos hídricos, sendo espaço de moradia, e até mesmo de lazer, visto que, no período de estiagem, suas áreas secas, funcionam como campo de futebol comunitário, também configuram a história da cidade, sua conformação geográfica, manifestando na paisagem sua urbanidade provinciana, carente de infraestruturas básicas e basilares.

Não fosse o maltrato de suas feições, sua beleza estaria aparente, e por esse motivo, a recuperação de seus igarapés urbanos torna-se um desafio essencial para o reestabelecimento do equilíbrio dos seus aspectos naturais. Contudo, vale ressaltar que as políticas públicas são fundamentais na efetividade de decisões acerca dos projetos que contemplem as necessidades essenciais da cidade e população.

Portanto, as medidas de intervenção para alcançar o que se poderia aproximar de uma renaturalização de rio, se realiza em etapas, onde primeiramente se recupera a qualidade da água, minimizando a poluição. Nesse caso, é prioritário a inserção de políticas e projetos voltados ao saneamento básico. Principalmente, em suas áreas de expansão, que tendem a se direcionar as nascentes dos rios, tornando-se cada vez mais agravado esse cenário.

Essas dificuldades analisadas, observadas ao longo da presente pesquisa, podem se enquadrar como gestão pública ineficiente, que precisa se apropriar dos instrumentos legais e das novas concepções teóricas, para colocar em prática as ações interventivas que contemplem a implantação de sistema de drenagem bem planejado, gerenciamento de efluentes líquidos e resíduos sólidos, aumento da permeabilidade do solo que favoreça a infiltração, e, implementação de estrutura e equipamentos para permitir o atrativo da comunidade com intuito de parceria na preservação das bacias hidrográficas urbanas.

Afinal, “a formação e agravamento de riscos de toda ordem, associados às vulnerabilidades da população, por exemplo, são aspectos que demandam um maior envolvimento da ciência, da técnica e da política no seu tratamento (Mendonça, 2010).

Rodriguez e Silva (2018), argumentam que o planejamento e a gestão ambiental devem partir de um processo intelectual, ao qual se cria instrumentos de controle com base técnico-científica, instrumental e participativa. Deve integrar todas as políticas públicas através da racionalidade ambiental[18], para construção de uma sociedade responsável, articulada a uma gestão ambiental como parte da gestão do território, por meio de regulação normativas, financiamentos e arranjos institucionais e legais.

Assim, ao compreendermos as alterações do Sistema Ambiental Urbano das bacias hidrográficas da cidade de Coari, contribuímos também para o planejamento e gestão do espaço urbano, não apenas pelo aspecto metodológico para a identificação dos fatores integrantes dessa dinâmica, como pelos apontamentos e discussão da aplicabilidade em ações auxiliares para dirimir tais contextos, principalmente pela ratificação do último censo, o qual apresentou concentração de mais pessoas em seu espaço urbano.

[18] A racionalidade ambiental é definida como conjunto de interesses e práticas sociais que articulam ordens materiais diversas que dão sentido e organizam processos sociais através de certas regras, meios e fins socialmente construídos (LEFF, 1994, 1998 apud RODRIGUEZ e SILVA, 2018, p.140)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Podemos considerar que o principal objetivo da presente pesquisa foi atingido, uma vez que ao analisar as mudanças hidrogeomorfológicas das bacias hidrográficas dos igarapés Espírito Santo, Pêra e Bucuará decorrentes dos processos de urbanização da cidade de Coari, permitiu discorrer sobre sua estrutura física a fim de refletir sobre as alterações dos Sistemas Ambientais pelas ações antropogênicas concernente as transformações das redes d'águas urbanas.

Assim, buscamos expor os parâmetros correlacionais de uso e ocupação e as transformações dos sistemas hídricos a partir da ocupação da cidade, discorrendo sobre as observações e implicações que bacias hidrográficas urbanas estão sujeitas quando apropriadas pelo uso humano. Nesse sentido, também buscamos apresentar por meio ilustrativo e registros fotográficos, as consequências influenciadas pelo adensamento humano no entorno dos igarapés. E, por fim discutimos acerca das novas compreensões da relação sociedade/natureza e suas consequências envolvidas, sugestionando considerações sobre a reabilitação das redes hidrográficas.

Os impactos inicialmente associados somente a fatores como o intenso processo migratório, agora se ratificam em um planejamento deficiente e irregular, onde não se prioriza o bem estar da população e nem a manutenção do meio ambiente, tornando o uso e ocupação da terra na cidade extremamente impactante. Preocupa-nos em demasiado, que ao atrelar a compreensão do funcionamento dos Sistemas Ambientais Urbanos hidrogeomorfológicos, evidenciamos o sofrimento das bacias hidrográficas, que passam não apenas um processo de assoreamento, mas que poderá vir a ser um caminho sem retorno no seu estado de salubridade. Pois apesar dos subsídios legais e orçamentários, para adotar um planejamento e ordenamento territorial que preserve essas redes hidrográficas, não há uma sinalização para solucionar essa situação, pelo contrário, há um estímulo e ações que ignoram, relativiza e excluem a importância desses cursos.

O estudo das bacias hidrográficas localizadas em ambientes urbanos é de suma importância para que se passe a entender, que esses corpos hídricos constituídos de um dos elementos mais importantes para vida humana, a água, necessita da compreensão do funcionamento da totalidade de seus sistemas, principalmente sob a influência dos fatores modeladores mais incisivos, os antrópicos.

Não poderíamos deixar de pontuar também as adversidades da construção deste estudo. Primeiro porque a mudança de emprego e cidade de moradia condicionou a readequação do tema e sua estruturação para que fosse consagrado em apenas dois anos. A pandemia também implicou no acesso a informações, já que não há um acervo digital suficiente sobre o recorte espacial escolhido. Os registros documentais sobre a cidade, e as secretarias de serviços públicos, auxiliaram com parcas informações, retalhadas e precisando serem costuradas na produção de um quebra-cabeça. Também houve a necessidade de desenvolver pesquisa concomitante ao trabalho como docente, o que implicou uma necessidade maior de energia e dedicação, que por problemas de saúde, tornou-se mais um desafio a ser superado, pois em meio a pesquisa houve uma retirada de vesícula, e eminente afastamento para recuperação, porém, pela oportunidade e solidariedade dos amigos de trabalho, se efetivou a visita de campo para a consolidação da análise físico-química, ainda em período de resguardo. Nesse sentido, a escolha dos pontos teve que ser restringida apenas a dois em cada igarapé, até porque ocorreu no período de seca extrema e histórica.

Apesar de todas as limitações para o desenvolvimento desta pesquisa, em função do pouco tempo para a realização dos ajustes e informações que gostaríamos de apresentar, o que foi feito acionou um grande esforço, esperamos contribua como referência para formação de profissionais e seus resultados na concepção e construção de soluções de questões ligadas à análise ambiental e gestão do território.

REFERÊNCIAS:

AB'SABER, A. N. **Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o quaternário**. Geomorfologia. São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas – Universidade de São Paulo, n. 18, p. 1-23, 1969. Disponível em: < biblio.fflch.usp.br/AbSaber_AN_1348929_UmConceitoDeGeomorfologia.pdf. Acesso em: 03 jun. 2022.

AGUIAR, F. E. O. **Análise climática da província petrolífera do Rio Urucu (AM):** identificação de possíveis impactos no clima de uma área de floresta tropical sob processo de intervenção antrópica e seus reflexos em meso e macroescala. 2002. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-31082022-103705/ Acesso em: 02 set. 2023.

ALBUQUERQUE, B. W. P. **Plantas forrageiras**. Aquáticas flutuantes livres. 1981. Disponível em: https://www.scielo.br/j/aa/a/LwSJPLSL8TTLgpgb4sjyKSC/?format=pdf. Acesso em: 30 jan. 2024.

ALBUQUERQUE, A. R. da C. Bacia Hidrográfica: unidade de planejamento ambiental. **Revista Geonorte**, Edição Especial, V.4, N.4, p.201 – 209, 2012.

ALMEIDA FILHO, L. S.; ALEIXO, N.C.R.; SILVA NETO, J.C.A. Ilhas de calor urbanas na cidade de Coari-AM. **Revista GeoAamazônia**. Universidade Federal do Pará. Belém, v.10, n.20, p.116–134, 2022. Disponível em: https://periodicos.ufpa.br/index.php/geoamazonia/index. Acesso em: 30 jan. 2024.

ALMEIDA, W. S. **Coari: petróleo e sustentabilidade**. Tese (Doutorado CDS – Centro de Desenvolvimento Sustentável), Brasília/DF, 2005. Disponível em: https://repositorio.unb.br/handle/10482/24036. Acesso: 07 abr. 2022.

ALMEIDA, W.; SOUZA, N. Coari: Petróleo e Sustentabilidade - um exemplo amazônico. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v.17, pp. 69-92, 2008. Disponível: https://revistas.ufpr.br/made/article/view/13413. Acesso: 25 mai. 2022.

ALMEIDA, A.C.P. *et al.* Morar em Áreas de Preservação Permanente. **Revista Vianna Sapiens**. Faculdades Integradas Viana Junior V.5 n.2, Juiz de Fora jul-dez/2014.

ALVES, N. S. **Mapeamento hidromorfodinâmico do complexo fluvial de anavilhanas**. Contribuição aos estudos de geomorfologia fluvial de Rios Amazônicos. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade de São Paulo: SP, 2013.

AMORIM, R. R. Um novo olhar na geografia para os conceitos e aplicações de Geossistemas, sistemas antrópicos e sistemas ambientais. **Caminhos de Geografia Uberlândia** v. 13, n. 41 mar/2012 p. 80 – 101. Disponível em: http://www.ig.ufu.br/revista/caminhos.html. Acesso em: 23 mai. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Plano estratégico de recursos hídricos dos afluentes da margem direita do rio Amazonas: resumo executivo / Agência Nacional de Águas. – Brasília: ANA, 2012. Disponível em: https://www.ana.gov.br/arquivos/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2013/planoEstrategicoDeRecursos.pdf. Acesso em: fev. 2024.

AGÊNCIA Nacional de águas (ANA). Avaliação dos Aquíferos das Bacias Sedimentares da Província Hidrogeológica Amazonas no Brasil (escala 1:1.000.000) e Cidades Pilotos (escala 1:50.000). Volume II – Geologia da Província Hidrogeológica Amazonas. Brasília: ANA, SIP, 2015. https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/07c7cf8f-6e81-4040-b405-8361f6b4cdf9/attachments/Volume_II-Geologia_da_PHA.pdf. 30 jan. 2023.

BABAR, M**.** ***Hydrogeomorphology: Fundamentals Applications and Techniques***. Pitam Pura, Nova Delhi: NIPA, 274p, 2005. Disponível: https://books.google.com.br/books?id=HetiC6uWB2kC&printsec=copyright&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false. Acesso: 25 mai. 2022.

BARBOSA, I.S. **Análise dos parâmetros físico-químicos e metais presentes nas nascentes do Rio Meia Ponte.** Dissertação de mestrado (Ecologia e Produção Sustentável). Pontifícia Católica de Goiás. Goiás, 2015. Disponível em: https://tede2.pucgoias.edu.br/bitstream/tede/2543/1/IGOR%20SILVA%20BARBOSA.pdf. Acesso em: 30 jan. 2024.

BARROS, L.F.de P. Bases teóricas e fatores controladores da dinâmica fluvial. In: MAGALHÃES JÚNIOR, A.P. e BARROS, L.F. de P. **Hidrogeomorfologia: formas, processos e registros sedimentares fluviais** – 1. ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020 p. 23-49.

BARROS, L.F.de P. Noções de riscos de desastres hidrológicos. In: MAGALHÃES JÚNIOR, A.P. e BARROS, L.F. de P. **Hidrogeomorfologia: formas, processos e registros sedimentares fluviais** – 1. ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020 p. 381- 405.

BARROSO, H.B. **Processo de ocupação urbana pelos moradores que vivem no Igarapé Santo Antônio em Tabatinga/AM:** dimensões Socioambientais. Dissertação (Mestrado em Sociedade e Cultura na Amazônia). Universidade Federal do Amazonas, 2020.

BASTOS, A.C.S.; FREITAS, A.C. de. Agentes e processos de interferência, degradação e dano ambiental. In: CUNHA, S.B. da; GUERRA, J.T. (Orgs). **Avaliação e perícia ambiental.** 14ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013, p.17-75.

BECKER, B. **Síntese do processo de ocupação da Amazônia, lições do passado e desafios do presente**. In: MMA (ed.). Brasil, Causas e dinâmicas do desmatamento da Amazônia. Brasília: MMA, 2001, p. 5-28.

BERTANI, T. de C. **Sensoriamento remoto e caracterização morfológica no baixo rio Solimões, com análise de suas rias fluviais**. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2015.

BERTRAND, G. (2004) Paisagem e geografia física global. Esboço metodológico. RA'EGA. Curitiba, nº 8. p. 141-152. Disponível em: https://core.ac.uk/download/pdf/328067418.pdf. Acesso em: 15 ago. 2022.

BERTRANDT, G.; BERTRANDT, C. **Uma geografia transversal e de travessias:** o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades. (tradução) PASSOS, M.M. Maringá: Ed Massoni, 2007. 332p.

BIZZO, M.R.O.; MENEZES, J.; ANDRADE, S.F. de. Protocolos de Avaliação Rápida de Rios (PAR). **Caderno de Estudos Geoambientais**, v. 4, n. 1, p. 5-13, 2014.

BOTELHO, R. G. M; SILVA, A. S. da. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica**.** In: GUERRA, A. J. T. *et al*. (org.). **Erosão e conservação dos solos:** conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

BOTELHO, R. G. M; SILVA, A. S. da. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. Cap. 6, 2004. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (org.) **Reflexões Sobre a Geografia Física no Brasil.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

BOTELHO, R. G. M. Bacias Hidrográficas Urbanas. In: GUERRA, A. J. T. *et al*. (org.). **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. cap. 3, p. 71-110.

BOTELHO, R. G. M.; TÔSTO, K.L.; RANGEL, L. A. Protocolo de avaliação rápida (PAR): o método e suas aplicações. In: BRITTO, F. G. A. de; *et al.* (Orgs). **Análise ambiental e gestão do território:** contribuições teóricometodológicas. Rio de Janeiro: IBGE, 2018, p.228-266.

BOTELHO, R. G.; PELECH, A. S. Do mapeamento geomorfológico do IBGE a um sistema brasileiro de classificação do relevo. **R. Bras. Geogr**., Rio de Janeiro, v. 64, n. 1, p. 183-201, jan./jun. 2019. Diponivel: https://rbg.ibge.gov.br/index.php/rbg/article/view/2199. Acesso: 01 abr. 2023.

BRASIL (1997). **Lei nº. 9.433**, de 8 de janeiro de 1997. Política Nacional de Recursos Hídricos e Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

BRASIL (1990). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução CONAMA Nº 01, de 08/03/1990.

BRASIL (2005). Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 357**, de 17 de março de 2005. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Seção 1. Brasília, DF, 18 de março de 2005.

BRASIL (2009). Presidência da República Casa Civil Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei 11.977** de 7 de julho de 2009. Disponível: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/L11977compilado.htm. Acesso: setembro/2022.

BRASIL (2012). Presidência da República Casa Civil Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei 12.651** de 25 de maio de 2012. Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm. Acesso em: set. 2022.

BRITO, L.R. *et al.* Uso de geoprocessamento na caracterização da bacia hidrográfica do córrego Pinheirinho – SP. In: (Org). CAMPOS, S. *et al*. **Geoprocessamento aplicado no planejamento de bacias hidrográficas** [recurso eletrônico] / – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. Disponível: file:///C:/Users/gisel/Desktop/Doutorado/COARI/E-book-Geoprocessamento-Aplicada-no-Planejamento-de-Bacias-Hidrograficas-1.pdf. Acesso: ago/2022.

CÂMARA, G.; DAVIS, C. Por que Geoprocessamento? In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A.M.V. **Introdução à ciência da geoinformação**. Ministério da Ciência e Tecnologia, Inpe: São José dos Campos – SP, 2001.

CÂMARA MUNICIPAL DE COARI. **Lei Orgânica do Município de Coari**. 05 de Abril, 1990.

CAMPOS, M.; NEGRETI, A.S.; CAMPOS, S. Uso de geoprocessamento para caracterização morfométrica da microbacia do córrego Independência – Tupã (SP). In: **Geotecnologias aplicadas em bacias hidrográficas visando a sua recuperação ambiental** / Organizadores Marcelo Campos, Sérgio Campos, Amanda Campos. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

CANDIOTTO, L.Z.P. a perspectiva dialética no uso dos recursos naturais e a abordagem territorial como elemento de interpretação de dinâmicas socioambientais. **Terra Livre**. São Paulo, Ano 29, Vol.2, n° 41 p. 133-168. Jul-Dez/2013.

CARLOS, A.F.A. O espaço urbano: novos escritos sobre a cidade São Paulo: Labur, 2007. Disponível em: http://www.fflch.usp.br/dg/gesp. Acesso em: junho/2022.

CARMO FILHO, O. J. S. do; REBELO C. A., A.; OLIVEIRA, C.C. **Bacias hidrográficas urbanas: O reflexo da precarização do saneamento em Manaus, Amazonas – Brasil**. Ateliê Geográfico, Goiânia, v. 15, n. 2, p. 70–93, 2021. DOI: 10.5216/ag.v15i2.64877. Disponível em: https://www.revistas.ufg.br/atelie/article/view/64877. Acesso em: 18 jun. 2022.

CARNEIRO. P. A. S. Questões teóricas e tendências da geografia histórica. **GEOgraphia**. Niterói, Universidade Federal Fluminense (eletrônico), vol. 20, n. 42, 2018: jan./abr. e-book.

CARNEIRO, P.A.S. Questões teóricas e metodológicas da Geografia Histórica, **Terra Brasilis** (Nova Série) [Online], 2018, posto online no dia 26 dezembro 2018. Disponível em: http://journals.openedition.org/terrabrasilis/3166.

CARNEIRO, B. *et al*. Renaturalização de córregos e rios urbanos. **Revista Mackenzie de Engenharia e Computação**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 33-51, 2020. Disponível em: file:///C:/Users/gisel/Downloads/reabilitar%20rios.pdf. Acesso em: fevereiro/2024.

CARMO, M. R. **Análise morfotectônica da região entre Tefé e Coari, Amazonas**. 2010 Dissertação (Mestrado Geociências) Universidade Federal do Amazonas - Manaus, AM: UFAM, 2010.

CARVALHO, A. T. F. Sistemas Fluviais e o uso de indicadores de sustentabilidade: discussão sobre a utilização do instrumento para gestão de cursos d'água no Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**, n. 41, v. 1, p. 86-99, 2019.

CARVALHO, A. T. F. Bacia Hidrográfica como unidade de planejamento: discussão sobre os impactos da produção social na gestão de recursos hídricos no Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, n. 42, v. 1, p. 140-161, jan-jun, 2020. https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/6953 . 25 mai. 2023.

CAPUTO, M.V; RODRIGUES, R; VASCONCELOS, D.N.H., 1972. Nomenclatura estratigráfica da Bacia do Amazonas: histórico e atualização. In: **Congresso Brasileiro de Geologia**, 26, Belém, SBG, 1972. v. 3, p. 35-46. Disponível: https://www.researchgate.net/profile/Mario-Caputo-2/publication/311193310_BACIA_DO_AMAZONAS_ESTRATIGRAFIA_TECTONICA_E_MAGMATISMO/links/5aad92c0aca2721710faac1a/BACIA-DO-AMAZONAS-ESTRATIGRAFIA-TECTONICA-E-MAGMATISMO.pdf. Acesso em: 25 mai. 2022.

CAPUTO, M.V. Gênese do Alinhamento do Juruá - Bacia do Solimões, Brasil. In: **Simpósio Bolivariano sobre Exploracion Petrolera en las Cuencas Subandinas**. Conferencias Tecnicas. Asociacion Colombiana de Geologos y Geofísicos del Petroleo: Bogotá- Colômbia (2013). V. 2, 16 p. Disponível em: https://archives.datapages.com/data/colombia_acggp/simp2/tomo2/003.htm. Acesso em: 16/05/2022.

CAPUTO, M. V. **Bacia do Solimões:** estratigrafia, tectônica e magmatismo. Maio de 2014. (researchgate.net). Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/311196617. Acesso em: 23 mai. 2022.

CHEREM, L.F.S.; *et al.* Análise morfométrica em bacias hidrográficas. In: MAGALHÃES JÚNIOR, A.P. e BARROS, L.F. de P. **Hidrogeomorfologia:** formas, processos e registros sedimentares fluviais – 1. ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020 p. 175-216.

CORTES, J.P.S de. **Controle estrutural e classificação do canal no baixo Tapajós; contribuições para a geomorfologia da Amazônia**. Tese Doutorado (Instituto de Geociências e Ciências exatas). Universidade Estadual Paulista – UNESP, Rio Claro, 2020. Disponível em: file:///C:/Users/gisel/Desktop/Doutorado/COARI/Referencias/HIDROGEO/cortes_jps_dr_rcla.pdf. Acesso em: ago. 2022.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Editora Blucher, 1980. e-book.

CHRISTOFOLETTI, A.L.H. Sistema dinâmicos: as abordagens da teoria do caos e da geometria fractal em Geografia. In: VITTE, A.C.; GUERRA, A.J.T. (org). **Reflexões sobre a geografia física no Brasil.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p.89-107.

CORRÊA, C.A.; COSTA, N.M.C. Avaliação ambiental de sistemas hidrogeomorfológicos e áreas de preservação permanente em recuperação na Unidade Hidrográfica Rio do Fagundes, Paraíba do Sul, RJ, Brasil. **Terr@Plural**, Ponta Grossa, v.13, n.2, p. 375-384, maio/ago. 2019.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Geodiversidade do Estado do Amazonas:** Programa Geologia do Brasil: Levantamento da Geodiversidade. Manaus, 2010. 282 p. il

DIAS, A. G. **Viagem pelo rio Amazonas – Cartas do Mundus Alter**. Brasília: Senado Federal, Conselho Editorial, 2011. E-book.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de Limnologia**. 2ª Ed. – Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

FARIAS, A.; MENDONÇA, F. Sistema Ambiental Urbano aplicado aos riscos socioambientais de inundação urbana: o caso de Francisco Beltrão/PR. **II Encontro Nacional de Desastres da Associação Brasileira de Recursos Hídricos**, 15/12/2020 à 18/12/2020 (*on line*). Disponível em: https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/133/II-END0083-1-20201123-172545.pdf. Acesso em: mar. 2024.

FARIAS, A.; MENDONÇA, F. Riscos socioambientais de inundação urbana sob a perspectiva do Sistema Ambiental Urbano. Sociedade e Natureza, Uberlândia – MG. v.34, 2022. Disponível em: https://www.scielo.br/j/sn/a/vnWCPJvXm86C3hXLzwkG93B/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: mar. 2022.

FIORUCCI, A. R.; BENEDETTI FILHO, E. A importância do oxigênio dissolvido em sistemas aquáticos. **Química e Sociedade**. Química nova na escola, nº22, novembro, 2005. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc22/a02.pdf. Acesso em: 28 jan. 2024.

FRANZINI, A. M. **Etnoecologia do Peixe-Boi da Amazônia (Trichechus inunguis) na província petrolífera de Urucu, Amazonas, Brasil**. 2008. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2008.

FREITAS, V.P. *et al*. Considerações sobre o direito à moradia e a usucapião em áreas ambientalmente protegidas. **R. Fac. Dir**. UFG, v. 42, p.01-15, set./dez. 2019. Disponível em: file:///C:/Users/gisel/Downloads/admin,+Artigo+1.pdf. Acesso em: jan. 2024.

FISCH, G.; MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A. Uma revisão geral sobre o clima da Amazônia. **ACTA Amazônica**, 22, 2, 1998, 101-126. Disponível em: https://www.scielo.br/j/aa/a/NVRbNSn7P5z4hjtFNmMjLjx/?format=pdf&lang=pt#:~:text=O%20clima%20atual%20da%20regi%C3%A3o,m%C3%A1ximo%20de%2036%2C7%20MJ. Acesso em: Ago. 2022.

GARCIAS, C. M.; AFONSO, J. A. C. Revitalização de rios urbanos. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais** (gesta), v. 1, n. 1, p. 131-144, 2013.

GAWORA, D. Produção de petróleo e gás natural no estado do Amazonas. Projeto Petróleo e Gás de Urucu – **Relatório de viagem de pesquisa** 01.03.-30.04.1998. Centro de documentação América Latina – Brasil.

GAWORA, D. **Impactos sociais, ecológicos e econômicos do projeto do petróleo e gás "Urucu" no Estado do Amazonas**. Manaus: Valer, 2003.

GÓES, A. W. C. **A Origem do Nome Coari**. Coari-AM: Coari.com, 2014.

GÓES, A.W.C. **Nunca mais Coari:** a fuga dos Jurimáguas. Coari – AM: Coari.com, 2016.

GOERL, R. F.; KOBIYAMA, M.; SANTOS, I. (2012). Hidrogeomorfologia: princípios, conceitos, processos e aplicações. **Revista Brasileira De Geomorfologia**, 13(2). v. 13 n. 2 (2012): ABR - JUN. Disponível em: https://doi.org/10.20502/rbg.v13i2.166. Acesso em: 25 mai. 2022.

GOMES, R.C.C. *et al*. Análise da multidimensionalidade dos conceitos de bacia hidrográfica. **GEOgraphia**, vol: 23, n. 51, 2021. Niterói, Universidade Federal Fluminense, 2021. Disponível: file:///C:/Users/gisel/Desktop/Doutorado/COARI/Referencias/27667-Texto%20do%20Artigo-176895-1-10-20210825.pdf. Acesso: mar. 2024.

GOMES, D.M. **Coari de Orellana à Alexandre Montoril**. Ed.1. Copyright. Coari: 2016.

GONÇALVES, E. M. **Avaliação da Qualidade da Água do Rio Uberabinha.** Uberlândia MG**.** Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade Federal do Rio de Janeiro, 135p., 2009.

GUERRA, A.T. **Dicionário Geológico-Geomorfológico**. Rio de Janeiro: IBGE, 1993. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv23450.pdf. Acesso em: 30/01/23

GUILHERME, A.P. *et al.* Uso de índice de vegetação para caracterizar a mudança no uso do solo em Coari-AM. **Soc. & Nat.,** Uberlândia, 28 (2): 301-310, mai/ago/2016. Disponível em: https://seer.ufu.br/index.php/sociedadenatureza/article/view/31538. Acesso em: 12/04/2022.

HORBE, A.M.C.; *et al*. Mineralogia e geoquímica dos perfis sobre sedimentos neógenos e quaternários da bacia do Solimões na região de Coari – AM. **ACTA Amazônica**. VOL. 37(1) 2007: 81 – 90.

Importância das macrófitas aquáticas na engenharia sanitária e ambiental. Engenharia Sanitária e Ambiental. Disponível em: https://petesa.eng.ufba.br/blog/importancia-das-macrofitas-aquaticas-na-engenharia-sanitaria-e-ambiental. Acesso em: 29/01/2024.

INOMATA, S. O.; Freitas, C. E. C. Caracterização da Frota Pesqueira de Coari, Médio Rio Solimões (Amazonas-Brasil). **Revista Agrogeoambiental**, *3*(2). Disponível em: https://doi.org/10.18406/2316-1817v3n22011333. Acesso em: 18 mar. 2022.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Sustentabilidade ambiental no Brasil: biodiversidade, economia e bem-estar humano**. Editora: Brasília : Ipea, 2010. 624p. Disponível em: https://acervo.enap.gov.br/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=96705. Acesso em: julho/2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades @ Coari**. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/am/coari.html. Acesso em: 12/10/2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Divisão Regional do Brasil em Regiões Geográficas Imediatas e Regiões Geográficas Intermediárias** – 2017. Coordenação de Geografia. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

JESUS, V. C. de; BARRETO, H. N. Padrão de drenagem, um resgate conceitual como subsídeo à classificação da Bacia do Rio Preguiças – MA. **Ciência Geográfica** - Bauru - XXV - Vol. XXV - (4): Janeiro/Dezembro – 2021. Disponível em: https://www.agbbauru.org.br/publicacoes/revista/anoXXV_4/agb_xxv_4_web/agb_xxv_4-23.pdf. Acesso em: 20/10/2023.

KOBIYAMA M.; CAMPAGNOLO K.; GOERL, R. F. A hidrogeomorfologia como ferramenta para popularização e desenvolvimento de sabo no Brasil. **Rev. Geogr. Acadêmica** v.15. pp.5-25, n.2 (xii.2021) Disponível em: https://www.ufrgs.br/gpden/wordpress/wp-content/uploads/2021/12/Kobiyama-et-al-2021-RGA-Hidrogeomorfologai-e-SABO.pdf. Acesso em: 07 mai. 2023.

JOBIM, A. **Panoramas Amazônicos**. Coari. Imprensa Pública, 1933.

JUNIOR, C. F. de A.; *et al*. Análise físico-química da água do rio Murucupi localizado no município de Barcarena-PA / Physical-chemical analysis of rural Murucupi water located in Barcarena-PA. ***Brazilian Journal of Development***, *5*(10), 21292–21301. Disponível em: https://doi.org/10.34117/bjdv5n10-287. Acesso em: 23/11/2023.

KRAMER, V.M.S.; STEVAUX, J.C. Mudanças climáticas na região de Taquaraçu (MS) durante o holoceno. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, v.49, pp.79-91, 2001. Disponível em: https://revistas.ufpr.br/geociencias/article/view/4127. Acesso em: 23 nov. 2021.

LASZLO M.; ROCHA, P. Composição hierárquica dos canais fluviais das bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe. **Revista Geonorte**, 5(20), 228–232. Disponível em: http//:www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/1551. Acesso em: maio/2022.

LIMA, C. R.; COLTRINARI, L. **Urbanização e intervenções no meio físico na borda da bacia sedimentar de São Paulo: uma abordagem geomorfológica**. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990.

LIMA, P.A.; SANTOS, H.M.C; CARMO, M.R. Destino do lixo no bairro do Pêra da cidade de Coari/Am. Cadernos SBPC nº 6. 2009. **Amazônia: Ciência e Cultura**. Disponível em: http://www.sbpcnet.org.br/livro/61ra/resumos/resumos/4262.htm. Acesso em: 10 nov. 2023.

LIRA, S. H. **As mudanças do habitus a partir da exploração de petróleo e gás natural em Coari-AM.** Dissertação de Mestrado (Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) — Universidade Federal do Amazonas - Manaus: UFAM, 2013.

LIRA, S.H.; COSTA, D. C. Sustentabilidade e territorialidade humana: desafios, tendências e possibilidades para as populações rurais amazônicas. In: III **Congresso Brasileiro de Gestão**

Ambiental – CONGEA, 3, 2012, Goiânia, GO, Anais (online). Disponível em: https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2012/XI-061.pdf. Acesso em: 25 mar. 2022.

LISBOA, G.S. *et al*. **A epistemologia da geografia e a abordagem sistêmica nos estudos dos processos erosivos**. Revista Percurso - NEMO Maringá, v. 12, n.2 , p. 05- 21, 2020. Disponível em: https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/Percurso/article/view/49851. Acesso em: 20 ago. 2021.

LORENZI, B.C. **A localização da Agenda 2030 nos municípios do Amazonas**. Dissertação de Mestrado (Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia). Universidade Federal do Amazonas, 2022. Disponível em: file:///C:/Users/gisel/Downloads/Disserta%C3%A7%C3%A3o_BrunoLorenzi_PPGCASA.pdf. Acesso em: fev. 2024.

LOURENÇO, L.A.B. Geografia Histórica: considerações teórico-metodológicas. In: **A oeste das minas: escravos, índios e homens livres numa fronteira oitocentista Triângulo Mineiro** (1750-1861) [online]. Uberlândia: EDUFU, 2005, pp. 27-40. Disponível em: https://doi.org/10.7476/9788570785169.0003. Acesso em: 15 ago. 2021.

MACEDO, D.R.; MAGALHÃES JÚNIOR, A.P. Restauração e reabilitação de cursos d'água. In: MAGALHÃES JÚNIOR, A.P. e BARROS, L.F.de P. **Hidrogeomorfologia: forma, processos e registros sedimentares fluviais**. – 1.ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020, p.353-380.

MAGALHÃES JÚNIOR, A.P.; BARROS, L.F.de P. Introdução. In: MAGALHÃES JÚNIOR, A.P. e BARROS, L.F.de P. **Hidrogeomorfologia: forma, processos e registros sedimentares fluviais**. – 1.ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020, p.9-21.

MAGALHÃES JÚNIOR, A.P.; BARROS, L.F.de P.; LAVARINI, C. **Unidades Espaciais de estudo e elementos do sistema fluvial: bases conceituais.** In: MAGALHÃES JÚNIOR, A.P. e BARROS, L.F.de P. Hidrogeomorfologia: forma, processos e registros sedimentares fluviais. – 1.ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020, p.51-77.

MAPA DE SOLOS DO MUNICIPIO. DE COARI. Escalas. 1:900.000. **Sistema de Coordenadas Geográficas.** Datum geodésico Horizontal: SAD 69. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/680459/5/Mapa-Municipio-de-Coari.pdf. Acesso em: janeiro, 2024.

MARQUES NETO, R. A abordagem sistêmica e os estudos geomorfológicos: algumas interpretações. **Geografia** - v. 17, n. 2, jul./dez. 2008 – Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Geociências.

MEDEIROS, J.S.; CÂMARA, G. Geoprocessamento para projetos ambientais. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A.M.V. **Introdução à ciência da geoinformação**. Ministério da Ciência e Tecnologia, Inpe: São José dos Campos – SP, 2001.SOUZA

MELLO, O. **Topônimos Amazonenses: nomes das cidades Amazonenses, sua origem e significação**. Governo do Estado do Amazonas: Manaus, 1967.

MENDONÇA, F. Riscos e vulnerabilidades socioambientais urbanos: a contingência climática. **Mercator**, Fortaleza, v. 9, n. 1, p. 153 a 163, jan. 2010. Disponível em: http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/538. Acesso em: 9 mar. 2024.

MENDONÇA, F. Geografia socioambiental. **Terra Livre**, [S. l.], v. 1, n. 16, p. 113–132, 2015. Disponível em: https://publicacoes.agb.org.br/terralivre/article/view/352. Acesso: 8 mar/2024.

MENDONÇA, F.; *et al*. Problemática socioambiental urbana. **Revista da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Geografia** (Anpege). p.331-352, V.12, n.18, especial GT Anpege 2016.

MENDONÇA, F.; LIMA, M.D.V. de. **A cidade e os problemas socioambientais urbanos [recurso eletrônico]: uma perspectiva interdisciplinar**. – Dados eletrônicos. – Curitiba: Ed. UFPR, 2020. E-book.

MORAES, M.E.B., LORANDI, R., (orgs). **Métodos e técnicas de pesquisa em bacias hidrográficas** [online]. Ilhéus, BA: Editus, 2016, 283p. Disponível em: https://static.scielo.org/scielobooks/4wbr2/pdf/moraes-9788574554433.pdf. Acesso em: 25 mai. 2023.

MONTORIL, A. **Um depoimento**. Tip. Vilhena. Coari, 1946.

MOTA, A.R.S. **Avaliação do gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos no município de Coari-AM**. Dissertação (mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) - Universidade Federal do Amazonas. 2014. 136 f.: il. color; 31 cm. Disponível em: https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/4339. Acesso em: 29 abr. 2022.

MOTA, A.B.S. **Mapeamento termo higrométrico do município de Coari-AM utilizando transecto móvel.** 2017. 56 f. Tese (Doutorado em Física Ambiental) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Física, Cuiabá, 2017. Disponível em: http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFMT_e8753ceb437899aef9e024da84124093#:~:text=O%20objetivo%20geral%20desta%20pesquisa,um%20meio%20m%C3%B3vel%20e%20protegido. Acesso em: 27 abr. 2022.

MUNIZ, D. H. de F.; *et al*. Caracterização da qualidade da água superficial de três corpos hídricos rurais do Distrito Federal. **XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. Bento Gonçalves, RS, 17-22 de novembro, 2013. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1010014/1/34450.pdf. Acesso em: fev. 2024.

OLIVEIRA, J.A. de. A cultura, a cidade e os rios na Amazônia. **Cienc. Cult.** vol.58 nº 3 São Paulo July/Sept. 2006. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252006000300013. Acesso em: 17 jun. 2022.

OLIVEIRA, J.A. de. As cidades da natureza, a natureza das cidades e o controle do território. In: **Coloquio Internacional de Geocrítica**. Barcelona. Colóquio El control del espacio y los espacios de control. Barcelona: Universitat de Barcelona, 2014. Disponível em: http://www.ub.edu/geocrit/coloquio2014/Jose%20Aldemir%20de%20Oliveira.pdf. Acesso em: 15 jun. 2022.

OLIVEIRA B. R. G. de; BOTELHO R. G. M. Alterações antrópicas em cursos de d'água em ambiente urbano e o potencial de ocorrência de enchentes: o caso da bacia do canal do mangue (Rio de Janeiro – RJ). **GEOGRAFIA**, Rio Claro, v. 39, n. 1, p. 125-142, 2014. Disponível em: https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/view/9311/6743. Acesso em: 20 out. 2023.

OLIVEIRA, C. S.; MARQUES NETO, R. (2020) Gênese da teoria dos geossistemas: uma discussão comparativa das escolas russo-soviética e francesa. **Revista Ra'e Ga**. Curitiba, v.47, n.1. p. 6. Disponível em: https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/58198#:~:text=Resumo,os%20problemas%20ambientais%20e%20sociais. Acesso em:20 jul. 2023.

OLIVEIRA, E. G. de. **Caracterização dos Impactos Ambientais na bacia hidrográfica do Espirito Santo/Coari (Am) no período de 1990 a 2010**. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Geografia) Universidade Federal do Amazonas. Manaus, 2012.

OLIVEIRA NETO, M.; SILVA, M. S. L. da. **Gleissolos**. Conteúdo migrado na íntegra em: 09/12/2021. Disponível em: https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/territorios/territorio-mata-sul-pernambucana/caracteristicas-do-territorio/recursos-naturais/solos/gleissolos. Acesso em: janeiro 2024.

PAVANIN, E. V.; CHUERUBIM, M. L.; LÁZARO, B. de O. Geoprocessamento aplicado ao estudo de vulnerabilidade do solo da bacia hidrográfica do córrego guaribas em Uberlândia-MG. *REEC* - **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, Goiânia, v. 13, n. 2, 2017. DOI: 10.5216/reec.v13i2.42460. Disponível em: https://www.revistas.ufg.br/reec/article/view/42460. Acesso em: 31 mai. 2022.

PEREHOUSKEI, N. A. *et al*. A organização dos serviços de saúde na práxis territorial. **Sociedade e Território**, Natal, v. 27, nº 1, p. 101-116, 2015. Disponível em: http://periodicos.uefs.br/index.php/semic/article/view/2524. Acesso em: 25 mai. 2022.

PEREIRA, J.C.R.; GASPAROTTO, L. Aspectos Correlatos à Sigatoka Negra da Bananeira. 2008a, **Nova Porteirinha** - MG: CTNM / EPAMIG, 2008. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/683659/1/Simbanana.pdf. Acesso em: 16 mar. 2023.

PEREIRA, R.E.D. **Pela margem:** ribeirinhos e transformações sociais na Amazônia. Tese de Doutorado (Ciências sociais). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC/SP. 2016.

PORTAL EMBRAPA. Gleissolos. https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/territorios/territorio-mata-sul-pernambucana/caracteristicas-do-territorio/recursos-naturais/solos/gleissolos. Acesso em: jan. 2024

PIRATOBA, A. R. A.; *et al*. Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil. **Ambiente & Água** - An Interdisciplinary Journal of Applied Science. Rev. Ambient. Água vol. 12 nº. 3 Taubaté – May / Jun. 2017. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/f45JMMTdfXvPWLmM6mbDX6K/?format=pdf&lang=pt#:~:text=N%C3%A3o%20existe%20um%20padr%C3%A3o%20de,at%C3%A9%201000%20%CE%BCS%20cm%2D1. Acesso em: 30 jan. 2024.

PETAMBIENTAL - PET Engenharia Sanitária e Ambiental. **Importância das macrófitas aquáticas na engenharia sanitária e ambiental**. Publicação de 20/06/2020. Disponível em: https://petesa.eng.ufba.br/blog/importancia-das-macrofitas-aquaticas-na-engenharia-sanitaria-e-ambiental. Acesso em: fev. 2024.

Ponte do Pêra beneficia mais de 80 mil pessoas em Coari-AM. **Correio da Amazônia**, 2016. Disponível em: https://correiodaamazonia.com/ponte-do-pera-beneficia-mais-de-80-mil-pessoas-em-coari-am/. Acesso em: 10 nov. 2023.

REBELLO, A. *A erosão no contexto das bacias hidrográficas.* In: REBELLO, A. **Contribuições teórico-tecnológicas da geografia física**. Manaus: EDUA, 2010. p. 9-39.

RIKER, S. R. L. *et al.* **Geologia e recursos minerais da região metropolitana de Manaus, Estado do Amazonas, escala de integração 1:500.000.** Manaus: CPRM, 2016. Disponível em: file:///C:/Users/gisel/Downloads/relatorio_rmm.pdf. Acesso em: 12 set. 2021.

RODRIGUES, C. Avaliação do Impacto Humano da Urbanização em Sistemas Hidro-Geomorfológicos: desenvolvimento e aplicação de metodologia na grande São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia**, 20 (2010) 111-125.

RODRIGUEZ, J.M.M.; SILVA, E.V.da. Para una interpretacion epistemológica de la geografía a partir de la dialéctica. **Mercator** - Revista de Geografia da UFC, ano 04, número 08, 2005.

RODRIGUEZ, J.M. M.; SILVA, E.V.da. A classificação das paisagens a partir de uma visão geossistêmica. **Mercator**, Fortaleza, v. 1, n. 1, jan. 2009. Disponível em: <http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/198>. Acesso em: 27 mai. 2022.

RODRIGUEZ, J.M.M.; SILVA, E.V.da; VICENS, R.S. O legado de Sochava**. GEOgraphia** - Ano. 17 - Nº33 – 2015.

RODRIGUEZ, J.M.M.; SILVA, E.V.da. **Planejamento e gestão ambiental:** subsídios da geoecologia das paisagens e da teoria geossistêmica. 3. ed. Reimpressão – Fortaleza: Edições UFC, 2018.

RODRIGUES, P. K. A. **A urbanização de Coari em função da dinâmica orçamentária:** o caso do saneamento básico. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Geografia) Universidade Federal do Amazonas. Manaus, 2013.

RODRIGUES, A. S. de L.; CASTRO, P. de T. A. Protocolos de Avaliação Rápida: Instrumentos Complementares no Monitoramento dos Recursos Hídricos. **RBRH — Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Ouro Preto, Volume 13 n.1 Jan/Mar, 2008, p.161-170. Disponível em: https://www.abrhidro.org.br/SGCv3/publicacao.php?PUB=1&ID=15&SUMARIO=188. Acesso em: 15 abr. 2022.

ROSOLÉM, N. P.; ARCHELA, R. S. Geossistema, território e paisagem como método de análise geográfica. **VI Seminário Latino-Americano de Geografia Física II Seminário Ibero-Americano de Geografia Física Universidade de Coimbra**, Maio de 2010. Disponível em: https://www.uc.pt/fluc/cegot/VISLAGF/actas/tema1/nathalia. Acesso em: 15 abr. 2022.

ROSS, J. L. S. Análises e Sínteses na Abordagem Geográfica da Pesquisa para o Planejamento Regional. **Revista do Departamento de Geografia**, n. 9, FFLCH-USP, São Paulo, 1995, p. 65-75. Disponível em: https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/53692/57655. Acesso em: 09 mar. 2023.

SALGADO, A. A. R.; LIMOEIRO, B.F. **Geomorfologia Brasileira: panorama geral da produção nacional de alto impacto no quinquênio entre 2011-2015**. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, [s.l.], São Paulo, v.18, n.1, pp. 225-236, 2017. Disponível em: https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/1154. Acesso em: 30 abr. 2022.

SANTOS FILHO, R. D. dos. Antropogeomorfologia Urbana. In: GUERRA, A. J. T. *et al*. (org.). **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. cap. 7, p. 227-242.

SANTOS, M. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. São Paulo: Hucitec, 1999. E-book.

SANTOS, M. C. P.; *et al*. Estudo e Monitoramento da Qualidade da Água dos Igarapés para Preservação da APA UFAM. **VIII Semana de Ciência e Tecnologia do ICE** – UFAM 19, 20, 21 e 22 de outubro de 2021. Acesso em: https://doity.com.br/media/doity/submissoes/6167943b-89b4-4030-839d-58850a883292-mariaclarapinheirosantos1pdf.pdf. Acesso: fevereiro/2024. Acesso em: nov. 2023.

SCHIAVETTI, A; CAMARGO, A. F. M. **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus, BA: Editus, 2002. 289 p, 2002. E-book.

SEABRA, V. **A indústria petrolífera em Coari – AM e suas implicações nas transformações territoriais**. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Regional). Universidade de Santa Cruz do Sul; RS, 2022.

SENA, F.T.N. de S. ET AL. Uso do geoprocessamento como subsídio à análise ambiental: imagem srmt na geração dos mapas hipsométrico e de declividade das bacias difusas da barragem Boa Esperança no estado do Piauí. In: **Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e**

Tecnologias da Geoinformação, 4, 2012, Recife, 2012, p. 1-5. Disponível em: http://www.ppggeografia.ufc.br/images/documentos/C7T6_compressed.pdf. Acesso em: 13 ago. 2021.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM). **Geologia e Recursos Minerais do Estado do Amazonas** / Nelson Joaquim Reis. [*et al*.]. – Manaus: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2006. E-book.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico** [livro eletrônico]. 1. ed. -- São Paulo: Cortez, 2013.

SILVA, A. J. P. da S.; LOPES, R. da C.; VASCONCELOS, A. M.; BAHIA, R. B. C. Bacias Sedimentares Paleozóicas e Meso-Cenozóicas Interiores. In: **Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil L. A**. Bizzi, C. S. *et al.* (eds.) CPRM: Brasília, 2003.

SILVA, C.L. da; ROSSETTI, D. de F. história geológica dos rios na Amazônia. **Amazônica Artigos**. Cienc. Cult. vol. 61 nº.3 São Paulo, 2009, p.24-26. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-7252009000300010. Acesso: mar. 2022.

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

SITUBA, N. dos S. **Entre ruas, calçadas, praças, praias, mercados, feiras e jardins:** A limpeza urbana de espaços e logradouros públicos de Tefé e Coari. Dissertação de Mestrado (Geografia) - Universidade Federal do Amazonas, 2017.

SOLER, C. **A Petrobrás na Amazônia:** dinâmicas socioeconômicas vivenciadas por trabalhadores no Município de Coari (AM). Tese de Doutorado (Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido) – UFPA, NAEA, Belém, PA, 2007.

SOUZA, J. C. de; PEREIRA, U. C. Antropogeomorfologia – o homem como agente geomorfológico: base teórica e análise acerca da extração do amianto crisotila em Minaçu (GO). **Revista Eletrônica de Geografia** – UFG/REJ Geoambiente Online. Jataí – Goiás. n. 24, 2015, 32-48. Disponível em: file:///C:/Users/gisel/Downloads/34070-Texto%20do%20artigo-154452-1-10-20150731.pdf. Acesso em: 01 set. 2021.

SOUZA, T.L. *et al*. GIS aplicado na análise hidrológica e ambiental da microbacia do ribeirão água da Leopoldina – Bauru (SP). In: (Org). CAMPOS, S. *et al*. **Geoprocessamento aplicado no planejamento de bacias hidrográficas** [recurso eletrônico] / – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. Disponível em: file:///C:/Users/gisel/Desktop/Doutorado/COARI/E-book-Geoprocessamento-Aplicada-no-Planejamento-de-Bacias-Hidrograficas-1.pdf. Acesso em: ago. 2022.

SUGUIO, K.; BIGARELLA, J.J. **Ambientes fluviais**. 2.ed. Florianópolis: Editora da UFSC/UFPR, 1990.

STERNBERG, H.O.R. "Vales tectônicos na planície amazônica?". **Revista Brasileira de Geografia**, Vol.12, n.4, p.3-26. 1950.

STEVAUX, J.C.; LATRUBESSE, E.M. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

SUCUPIRA, A. de A. M. ET AL. Renaturalização de rios: um caminho rumo à sustentabilidade urbana**. Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, v. 11, n. esp, p. 306-322 jan. 2022. Disponível em: file:///C:/Users/gisel/Downloads/RENATURALIZACAO_DE_RIOS_UM_CAMINHO_RUMO_A_SUSTENTA.pdf. Acesso em: fev. 2024.

SUERTEGARAY, D. M. A. Geomorfologia: novos conceitos e abordagens. In: **Anais do VII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada e I Fórum Americano de Geografia Física Aplicada.** Curitiba: Editora da Universidade Federal do Paraná. 1997 P. 24-29.

Sustentabilidade ambiental no Brasil: biodiversidade, economia e bem-estar humano / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasília: **Ipea**, 2010. Desenvolvimento Brasileiro; Sustentabilidade Ambiental. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=6474:sustentabilidade-ambiental-no-brasil-biodiversidade-economia-e-bem-estar-humano&catid=265:2010&directory=1. Acesso em: 28 nov. 2021.

TEIXEIRA, W.G.; *et al*. **Levantamento das Bases pedológicas disponíveis para o Município de Coari – Am**. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/679633/1/LEVANTAMENTOPEDOLOGICOWENCESLAUREV.pdf. Acesso em: 30 jan. 2024.

TEIXEIRA, W.G.; *et al*. **Levantamento das Bases pedológicas disponíveis para o Município de Coari – Am**. 2010. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/680459/5/Mapa-Municipio-de-Coari.pdf. Acesso em: 30 jan. 2024.

TERMO DE REFERÊNCIA. **Plano Diretor Municipal** – PDM. Coari: 2007.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro. IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 1977.

VALENTE, J.P.S.; PADILHA, P.M.; SILVA, A.M. M. Oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) como parâmetros de poluição no ribeirão Lavapés/Botucatu – SP. **Artigos Originais Eclet. Quím**. 22, 1997. Disponível em: https://www.scielo.br/j/eq/a/8QYrd8YdJNYZ6SmTFyyJtRx/?lang=pt#. Acesso em: 30 jan. 2024.

VELOSO, T. Como a formação de metrópoles ajuda a pensar o espaço urbano na Amazônia. **Revista Amazônia Latitude (*online*)**. Disponível em: https://amazonialatitude.com/2020/12/15/formacao-de-metropoles-pensar-mudancas-urbano-amazonia/. Acesso em: 19 out. 2023.

VITTE, A. C. O desenvolvimento do conceito de paisagem e a sua inserção na geografia física. **Mercator** - Revista de Geografia da UFC, ano 06, número 11, 2007. Disponível em: http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/58. Acesso em: 05/08/2021.

VON SPERLING, M. **Estudos de modelagem da qualidade da água de rios**. Belo Horizonte: UFMG, 2007. Vol. 7. 452 p.

VIEIRA, M. R. **Os principais parâmetros monitorados pelas sondas multiparâmetros são**: pH, condutividade, temperatura, turbidez, clorofila ou cianobactérias e oxigênio dissolvido. Disponível em: https://www.agsolve.com.br/news_upload/file/Parametros%20da%20Qualidade%20da%20Agua.pdf. Acesso: fevereiro/ 2024. Acesso em: jan. 2024.

XAVIER-DA-SILVA, J. **Geoprocessamento para análise ambiental**. Ed. Rio de Janeiro: D5 Produção Gráfica, 2001. v. 1. 228 p.

XAVIER-DA-SILVA, J. O que é geoprocessamento? **Revista CREA**/RJ n.79, 2009, p. 42-44. Disponível em: http://www.ufrrj.br/lga/tiagomarino/artigos/oqueegeoprocessamento.pdf. Acesso em: mar 2024.

YANO, O.; CÂMARA, P.E.A.S. Briófitas de Manaus, Amazonas, Brasil. **Acta Amazônica.** Vol. 34(3) 2004: 445 – 457. Disponível em: https://www.scielo.br/j/aa/a/ffDdcQRcY9jdRqwqJgvK9tG/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: fev. 2024.

ANEXO

DESCRIÇÃO DO AMBIENTE			
Localização: _____		**Coordenadas:** _____	
Data da Coleta: ____/_____/_____		**Hora da Coleta:** _____	
Tempo (situação do dia): _____			
Modo de coleta (coletor): _____			
Tipo de ambiente:	**Habitado ( )**	**Não habitado ( )**	
Largura média:	**Profundidade média:**	**Temperatura da água:**	
1.Tipo de ocupação encontrada nas margens do rio			
	Vegetação natural		
	Residencial		
	Comercial/ Industrial		
	Campo de pastagem/Agricultura/Reflorestamento		
2. Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento			
	Ausente	Moderada	Acentuada
3. Alterações antrópicas			
	Ausente		
	Alterações de origem doméstica (esgoto, lixo, águas servidas)		
	Alterações de origem industrial/urbana (fábricas, canalização, retilinização do curso do rio)		
4. Cobertura vegetal no leito	Parcial	Total	Ausente
5. Odor da água	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo/industrial
6. Oleosidade da água	Ausente	Moderada	Abundante
7. Transparência da água	Transparente	Turva/cor de chá-forte	Opaca ou colorida
8. Tipos de Substrato			
	Material arenoso		
	Material argiloso		
	cascalho; alguns seixos presentes.		
	material rochoso.		
9. Alterações no canal do rio			
	Canalização do rio.		
	Aterramento do rio		
	Pouca modificação natural do rio		
	Padrão normal sem modificação		
10. Presença de mata ciliar			
	Presença de mata ciliar nativa		
	Pouca presença de mata ciliar e pouco desflorestamento		
	Ausência de mata ciliar nativa e desflorestamento muito acentuado.		
11. Estabilidade das Margens			
	Margens estáveis; evidência de erosão mínima ou ausente.		
	Moderadamente estáveis; pequenas áreas de erosão frequentes.		
	Moderadamente instável; com risco elevado de erosão durante enchentes.		
	Instável; muitas áreas com erosão.		

12. Presença de plantas Aquáticas	
	Presença de muitas plantas no rio (macrófitas aquáticas).
	Presença de algumas plantas aquáticas.
	Presença de musgos na margem (lodo).
	Ausência de vegetação aquática no leito e nas margens do rio.
13. Lixo no entorno	
	Muito lixo de diversas origens nas margens do rio e no leito com muita visibilidade.
	Presença de lixo doméstico (resto de alimentos, papéis, vidro)
	Presença de lixo tecnogênico (plastico, pilhas, fraldas descartáveis etc)
	Ausência de lixo
14. Saneamento	
	Existem canalizações de esgoto doméstico interligadas ao curso d'água
	Presença de fossas, banheiro externo (privada) ou canalizações domiciliares individualizadas de esgoto doméstico
	Ausência de canalizações de esgoto doméstico
15. Fauna no entorno	
	Ausência de animais
	Presença de alguns animais nativos (insetos, pássaros) e seus indícios (pegadas, fezes, sons, etc)
	Visualização de moderada presença animais nativos (répteis, insetos, pássaros)
	Presença e visualização de grande presença de animais (mamíferos, répteis, insetos, pássaros, etc)