



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



**A Geodiversidade e a fisionomia da paisagem da Bacia de
Drenagem de Educandos: cursos fluviais do Alto e do Médio
igarapé do Quarenta, no Sudeste de Manaus-Amazonas.**

João de Souza Oliveira
Mestrando

Jesuete Pacheco Brandão (Dra.^a)
Orientadora

José Carlos Martins Brandão (Dr.)
Coorientador

MANAUS - AMAZONAS
2022

JOÃO DE SOUZA OLIVEIRA

A Geodiversidade e a fisionomia da paisagem da Bacia de Drenagem de Educandos: cursos fluviais do Alto e do Médio igarapé do Quarenta, no Sudeste de Manaus-Amazonas.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia/PPG-GEOG – DEGEOG-IFCHS, como forma de obtenção do título de Mestre em Geografia, da Universidade Federal do Amazonas - UFAM.

Orientadora: Jesuete Pacheco Brandão (Dr^a.)

Coorientador: José Carlos Martins Brandão (Dr.)

**MANAUS - AMAZONAS
2022**

Ficha Catalográfica

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

O48g Oliveira, João de Souza
A Geodiversidade e a fisionomia da paisagem da bacia de drenagem de Educandos : cursos fluviais do alto e do médio igarapé do Quarenta, no sudeste de Manaus-Amazonas / João de Souza Oliveira . 2022
158 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Jesuete Pacheco Brandão
Orientador: José Carlos Martins Brandão
Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Paisagem. 2. Fisionomia. 3. Pensamento complexo. 4. Bacia de drenagem. I. Brandão, Jesuete Pacheco. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

JOÃO DE SOUZA OLIVEIRA

A GEODIVERSIDADE E A FISIONOMIA DA PAISAGEM DA BACIA DE DRENAGEM DE EDUCANDOS: CURSOS FLUVIAIS DO ALTO E DO MÉDIO IGARAPÉ DO QUARENTA, NO SUDESTE DE MANAUS-AMAZONAS

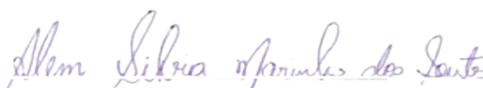
Dissertação de Mestrado de JOÃO DE SOUZA OLIVEIRA, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPG-GEOG), Departamento de Geografia, Instituto de Ciências Humanas e Sociais da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), para obtenção de título de Mestre em Geografia.

Aprovado em: 08/08/2022

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Jesuete Pacheco Brandão
Orientadora PPG-GEOG/UFAM
SIAPE N. 3300822

Profa. Dra. Jesuete Pacheco Brandão
Presidente



Profa. Dra. Alem Silvia Marinho dos Santos
Membro Externo – CESP/UEA



Profa. Dra. Adoréa Rebello da Cunha Albuquerque
Membro Interno – PPG-GEOG/UFAM

Dedicatória

*Aos meus amados pais em forma
de agradecimento, minha mãe*

Maria Iraci e meu pai

José Gomes.

A complexidade é um progresso de conhecimento que traz o desconhecido e o mistério. O mistério não é somente privativo; ele nos libera de toda racionalização delirante que pretende reduzir o real à ideia. Ele nos traz sob forma de poesia, a mensagem do inconcebível.

Edgar Morin

AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos à minha orientadora, Professora Dra. Jesuete Pachêco Brandão e ao co-orientador Professor Dr. José Carlos Martins Brandão pela confiança, paciência e orientação indispensável para a realização deste trabalho. Não existem palavras que eu possa expressar para lhes agradecer, principalmente pelo aporte de conhecimentos a mim disponibilizado. Estarei eternamente agradecido e recompensado, de poder está com eles nessa caminhada.

À coordenação do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Amazonas – UFAM, pelo suporte acadêmico-científico e acolhida dada durante todo o curso de mestrado. À SEDUC/AM que estabeleceu o convênio e a SEMED-Manaus (PROGRAMA QUALIFICA) pelo tempo disponibilizado aos estudos, como também aos colegas de trabalho e aos alunos pelo apoio e incentivo ao longo destes anos de estudo.

Um especial agradecimento ao Professor Dr. Samy Almeida e sua equipe que contribuíram de forma decisiva para alcance deste objetivo tão difícil e a todos que me motivaram e incentivaram a não desistir.

À minha Família, em especial a minha esposa Klinthia Oliveira pelo apoio, estímulo e incentivo à minha formação e a cima de tudo, minha maior incentivadora nos momentos de tristezas e angústias. Aos meus queridos filhos: Claus Luca e Klindy Giovanna, pelo apoio dado e carinho, à minha irmã Tereza Cristina, como também aos meus pais D. Iraci e Jose Gomes.

Aos que contribuíram para a realização deste trabalho me incentivando no meu processo de formação acadêmico-científico nas complexas relações das redes geográficas e Teoria da Complexidade, especialmente o Prof Dr. Jose Carlos Bandão. Meus sinceros agradecimentos.

A todos os professores, colegas de mestrado e membros do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPG-GEOG/UFAM), obrigado pelas experiências, paciência, conhecimentos e encorajamentos compartilhados. Aos meus amigos e parceiros de campo como a Professora MsC. Mônica Delgado, pelo apoio nas coletas de dados. As alegrias compartilhadas comigo nessa etapa tão desafiadora da minha vida acadêmica, também fizeram toda a diferença. Aos amigos Prof. Marcos Lira e Prof. MsC. Antonio Júlio (Sadan) e a Professora MsC. Ludmila Soares e a Professora Dra. Bruna Caldas. Que Deus lhes recompensem todo apoio.

As Instituições públicas (SEMA) Secretária Estadual do Meio Ambiente, (IPAAM) Instituto da Proteção de Ambiental do Amazonas, à Prefeitura Municipal de Manaus (SEMMAS), ao (INPE) Instituto de Pesquisas Espaciais e (IBGE), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, pelas informações a mim concedidas na pesquisa.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado!!!

MEMORIAL

Meu nome é *João de Souza Oliveira*. Nascido no dia 23 de junho de 1969, no município de Manicoré (AM), sendo o sexto filho de uma família composta de treze. Família do interior do Amazonas, sendo meus genitores José Gomes de Oliveira (marceneiro e pedreiro) e Maria Iraci de Souza (doméstica), ambos nascidos em Manicoré-Amazonas. Apesar do pouco conhecimento escolar ambos incentivaram minha formação educacional.

Tenho como atividade profissional funcionário público do Estado como professor na Seduc na Escola Estadual Raimunda Holanda de Souza, e na SEMED, na Escola Municipal Themístocles Pinheiro Gadelha na Zona Leste da Cidade de Manaus. Nessas escolas trabalho com alunos do ensino médio e fundamental onde desenvolvo trabalho com foco e determinação. Um mestrado baseado na busca pelo melhor desempenho, com a ajuda da minha orientadora professora Dra. Jesuete Pacheco bandão, como também dos professores das disciplinas eletivas e obrigatórias cursadas nos semestres.

Nascido em Manicoré quando aos 4 anos de idade em 1973 chegamos a Manaus onde moramos na casa de um irmão da minha mãe, o senhor Wilson da SUCAM de Parintins, que cedeu a sua casa em Manaus no Conjunto Habitacional Parque 10 recém-inaugurado pelo Governo Federal. Depois tivemos que nos retirar da casa e para morar alugado em seis endereços diferentes, primeiro na Rua Major Gabriel na Praça 14, próximo ao cemitério São João Batista. Meu pai era marceneiro e pedreiro e me levava para ajudar nos seus trabalhos que empreitava. Mudamos para uma casa alugada na rua Visconde de Porto Alegre na Praça 14, local onde comecei a estudar no primeiro ano do ensino fundamental.

Na Avenida Tarumã, moramos onde nossa casa de madeira ficava literalmente em cima do Igarapé do Mestre Chico onde sofremos com muitas alagações. Em seguida mudamos para outra casa alugada na Avenida Duque de Caxias também na Praça 14, em seguida mudamos para a outra casa alugada na rua Nhamundá também onde ocorreu um grande incêndio na casa ao lado, em seguida mudamos para outra casa alugada na mesma rua no Beco Nhamundá de onde saímos para morar definitivamente no Conjunto habitacional Cidade Nova.

Fomos as primeiras famílias a chegar na Cidade Nova em 1982, como também os primeiros alunos nas escolas recém-inauguradas na Cidade Nova.

Iniciando minha vida escolar oficialmente na escola regular aos 07 anos na Escola Estadual Luizinha Nascimento, no bairro de Praça 14 em Manaus (1976) e Benjamim Constant e Antenor Sarmiento. Com a vinda de nossa família para o novo bairro, os estudos seguiram no ensino fundamental e médio nas escolas Estaduais Senador João Bosco e André Araújo.

Iniciei meus estudos no ensino superior em 1995 no curso de Geografia/UFAM (não concluído). Em seguida fui aprovado no curso de Filosofia da UFAM em 2004 (não concluído). Em 2008 iniciei novo curso de geografia onde conclui em 2012 finalmente.

Em 1984 como trabalhador de carteira assinada num mercadinho do bairro, chamado RQ Supermercados. Em seguida fui trabalhar numa Corretora de Câmbio Conebras, Unibanco Corretora de Valores, em seguida no Lloyds Bank PLC.

Em 1988 fui incorporado no NPOR/1º BIS, onde fiz o curso para Oficial R2 do Exército e destacado em 1991 para o 54º BIS (Batalhão de Infantaria de Selva) em Humaitá-Amazonas. Em seguida trabalhei na Philco Componentes e em seguida ingressei no Grupo Simões que tem a Franquia da Coca Cola Manaus até 2011.

Nessas oportunidades fiz diversos cursos dentre eles prevenção e combate a incêndio, cursos de vendas e marketing em viagens pelo Brasil. Chegando finalmente a ser professor no setor público no ensino básico em 2012.

Em 2018, através de um convênio entre a Secretaria de Estado de Educação/Seduc e da Universidade Federal do Amazonas, participei da seleção de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Geografia, tendo como início das aulas da turma 14 em 01 de março de 2019, tendo como prazo para conclusão dois anos.

No mestrado iniciei com as seguintes disciplinas: *Epistemologia da Geografia* (obrigatória), que foi dividida em duas partes, ministrada pelo professor Dr. Ricardo José Batista Nogueira e pelo professor Dr. José Alberto Lima de Carvalho. Estudos importantes sobre o pensamento geográfico, através do olhar teórico, filosófico, epistemológico e metodológicas, principalmente na questão da complexidade do pensamento.

Formação Socioespacial de bacias hidrográficas, ministrada pela professora Dra. Adorea Rebello da Cunha Albuquerque. Teve a importância de mostrar os conceitos de uma área de terra que drena águas superficiais a um ponto comum, permite como fazer

a demarcação de uma unidade geográfica básica, no planejamento dos recursos hídricos, apresentou discussões, sobre a legislação que promove o planejamento regional, controle e uso da água, bem como a proteção e conservação das fontes de captação das bacias.

Geografia, Educação Ambiental e os Novos Paradigmas, ministrada pela professora Dra. Jesuete Pacheco Brandão: Mostrou os caminhos para formação do pensamento complexo, mais de método no olhar de um determinado objeto de estudo.

Seminário Temático – Taxonomia do Relevo, ministrada pela professora Dra. Mírcia Ribeiro Fortes: Nos levou ao aprendizado quanto ao significado do relevo nos estudos geográficos, as formas que resultam na forma resultante de forças que atuam sobre meios materiais, o relevo e resultado da estrutura e da escultura.

O estágio de Docência – ocorreu na disciplina metodologia da pesquisa em geografia, no curso de graduação em licenciatura em geografia, ministrada pela professora Dra. Jesuete Pacheco Brandão, importante, não só por meio das experiências vividas em salas como também nos exercícios práticos realizado com a turma e regência de classe, servirá como atributo à profissão, mas também serve como suporte em outras etapas do curso.

Nessa busca pelo conhecimento, temos etapas a seguir e métodos a seguir, o caminho não é fácil e requer muito esforço, assim como devemos compreender a complexidade que nos cerca. Os estudos no projeto visam preparar para pensar de uma forma mais coerente, complexa e sistemática para o enfrentamento dos desafios da nossa própria história.

É importante ressaltar que há muitos desafios a serem enfrentados, mas os estudos obtidos nas disciplinas cursadas no Programa de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade Federal do Amazonas tem contribuído e me auxiliado substancialmente nas atividades acadêmicas e científicas, complementados pelas orientações dos docentes, em especial da Professora Dra. Jesuete Pacheco Brandão, a qual aceitou a minha proposta de pesquisa.

Dessa forma, e na procura de entender o pensamento científico, e aquisição de novos saberes é que me encorajo a seguir nesta trajetória de formação profissional e acadêmica dando também novos sentidos às contribuições sociais e avaliar com outros sujeitos a complexidade das diversas redes de conexão da ciência.

A GEODIVERSIDADE E A FISIONOMIA DA PAISAGEM DA BACIA DE DRENAGEM DE EDUCANDOS: CURSOS FLUVIAIS DO ALTO E DO MÉDIO IGARAPÉ DO QUARENTA, NO SUDESTE DE MANAUS-AMAZONAS

RESUMO

Esta pesquisa analisa a fisionomia da paisagem a partir da geodiversidade existente na Bacia de drenagem (Bd) de Educandos, nos seus cursos fluviais do Alto e Médio, modeladores de sudeste a sul da cidade em Manaus-Amazonas-Brasil. A estratégia metodológica foi estruturada com o método procedimental, o *Estudo de Caso*, dialogado com as principais técnicas: Pesquisa documental; Observação Direta e respectiva aplicação do Protocolo de Inventariamento Geográfico; Sistema de Informação Geográfica – ambiente computadorizado constituído por: ArcGis 10.3; LANDSAT TM 5 e 8; Imagens SRTM SA 20-21; dados do IBGE 2007/2010 e SEMMAS 2010; *Base Map World Topographic Map*; Datum: SIRGAS 2000. O método de abordagem que serviu de base para as abordagens foi o *Pensamento Complexo de Edgar Morin*. O estudo se pautou em analisar a paisagem, em específico no elemento da geodiversidade que trata sobre a fisiografia fluvial dos igarapés, nos cursos fluviais do Alto e Médio da Bd de Educandos. A rede de drenagem morfogênica tem origem em falhas e fraturas que dão uma geometria angular-dendrítica constituída por 117 canais no curso médio e 95 canais no curso superior. Dentre os principais resultados nessa malha hidrográfica: não há mais nenhuma funcionalidade (cota de água nos leitos fluviais) que permita navegabilidade; progressão na ocorrência de extinção de igarapés; perdas significantes das nascentes, logo, o maior impacto nos igarapés de primeira ordem, inclusive a nascente principal do canal predominante, o igarapé do Quarenta; intenso impacto pelo uso e ocupação do solo nas duas faixas justafluviais por edificações autorizadas, e também pelas moradias e pequenos comércios irregulares. De uma maneira geral, os sistemas hidrográficos nos cursos fluviais estudados estão com alterações antrópicas na sua geomorfologia fluvial irrecuperáveis, com a dinâmica crescente do uso e ocupação do solo urbano. Apesar dessa situação que parece conflitante, todavia a perdurabilidade ambiental está presente. Esta se apresenta com resiliência entre o sistema fluvial e as pessoas constituidoras da paisagem existente, cuja complexidade é tecida pelas funções alelogramáticas da ordem-desordem-organização-integração, dando sentido à paisagem atual.

Palavras chaves: Paisagem. Fisionomia. Pensamento complexo. Bacia de drenagem.

GEODIVERSIDAD Y FISONOMÍA DEL PAISAJE DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DE LOS EDUCANDOS: CURSOS FLUVIALES DEL IGARAPÉ SUPERIOR Y MEDIO, SURESTE DE MANAUS-AMAZONAS

RESUMEN

Esta investigación analiza la fisonomía del paisaje a partir de la geodiversidad existente en la cuenca de drenaje (Bd) de Educandos, en sus cursos fluviales Alto y Medio, modelando de sureste a sur de la ciudad en Manaus-Amazonas-Brasil. La estrategia metodológica se estructuró con el método procedimental, el Estudio de Caso, dialogado con las principales técnicas: Investigación documental; Observación Directa y respectiva aplicación del Protocolo de Inventario Geográfico; Sistema de Información Geográfica - entorno informático compuesto por: ArcGis 10.3; imágenes LANDSAT TM 5 y 8; SRTM SA 20-21; datos IBGE 2007/2010 y SEMMAS 2010; Mapa Topográfico Base World; Datum: SIRGAS 2000. El método de aproximación que sirvió de base a los planteamientos fue el Pensamiento Complejo de Edgar Morin. El estudio se basó en el análisis del paisaje, concretamente en el elemento de geodiversidad que trata de la fisiografía fluvial de los igarapés de los ríos Alto y Medio de la db Educandos. La red de drenaje morfogénico se origina a partir de fallas y fracturas que dan una geometría angular-dendrítica compuesta por 117 canales en el curso medio y 95 canales en el curso superior. Entre los principales resultados en esta red hidrográfica: ya no hay funcionalidad (nivel de agua en los cauces) que permita la navegabilidad; progresión en la ocurrencia de la extinción de igarapés; pérdida significativa de manantiales, por lo tanto, el mayor impacto en los igarapés de primer orden, incluyendo el principal manantial del canal predominante, el igarapé de los Cuarenta; impacto intenso por el uso y ocupación del suelo en las dos franjas justafluviales por construcciones autorizadas, y también por viviendas irregulares y pequeños negocios. En general, los sistemas hidrográficos de los cursos fluviales estudiados se encuentran con irrecuperables alteraciones antrópicas en su geomorfología fluvial, con la creciente dinámica de uso y ocupación del suelo urbano. A pesar de esta situación que parece conflictiva, sin embargo, la perdurabilidad ambiental está presente. Esto se presenta con la resiliencia entre el sistema fluvial y las personas que constituyen el paisaje existente, cuya complejidad está tejida por las funciones alelogramáticas de orden-desorden-organización-integración, dando sentido al paisaje actual.

Palabras clave: Paisaje. Fisonomía. Pensamiento complejo. Cuenca hidrográfica.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01	Fluxograma com procedimentos metodológicos da pesquisa	27
Figura 02	Anel ou círculo tetralógico	34
Figura 03	Diagrama das categorias de estudo da bacia de educandos. Cursos alto e médio	37
Figura 04	Diagrama simplificado do sistema de valores da geodiversidade	45
Figura 05	Aplicações da geodiversidade.	45
Figura 06	Diagrama dos grupos dos serviços ecossistêmicos	51
Figura 07	Diagrama da classe dos serviços ambientais	52
Figura 08	Diversão no igarapé do Quarenta nos anos 1970 na rua Alberto Carreira no Conjunto Nova República.	65
Figura 09	Principais obras de canalização realizadas em rios urbanos	66
Figura 10	Diagrama das relações estabelecidas pela retroalimentação em circuito em um sistema de processo-resposta	69
Figura 11	Mosaico Temporal da fisionomia da paisagem de 1984 nos Cursos Médio e Superior da Bd de Educandos.	79
Figura 12	Mosaico Temporal da fisionomia da paisagem de 1990 nos Cursos Médio e Superior da Bd de Educandos	79
Figura 13	Mosaico Temporal da fisionomia da paisagem no ano 2000 nos Cursos Médio e Superior da Bd de Educandos	80
Figura 14	Mosaico Temporal da fisionomia da paisagem de 2010 nos Cursos Médio e Superior da Bd de Educandos.	80
Figura 15	Mosaico Temporal da fisionomia da paisagem de 2021 nos Cursos Médio e Superior da Bd de Educandos	81
Figura 16	Impactos pelo uso e ocupação do solo na Reserva Ecológica de Sauim-Castanheiras	94
Figura 17	Regiões Hidrográficas (RH) do Amazonas	108
Figura 18	A Unidade de Planej. Hídrico (UPH) da Bd Educandos: Baixo Negro	109
Figura 19	Mosaico de Fotos de Perturbações Ambientais na Fisiografia Fluvial dos Cursos Fluviais Médio e Alto/Superior: Distrito Industrial I, Armando Mendes, Zumbi dos Palmares	114
Figura 20	Características da Bacia de Drenagem de Educandos	115
Figura 21	CARTA PIGEEOG: Carta de Protocolo de Inventariamento Geográfico: Funções e Categorias dos Serviços Ecossistêmicos produzidos e mantidos pelos Serviços Ambientais na UPH/Bd Educandos.	126
Figura 22	Mosaico dos Parâmetros da Geodiversidade da Paisagem da Carta de PIGEEOG - Cursos Fluviais Médio (CFM) e superior	129

(CFS)do igarapé do Quarenta.

Figura 23 Desserviço: Estado ecológico, hidrológico e hidrográfico da
área dos afluentes e canais do igarapé do Quarenta no local das
principais nascentes 131

LISTA DE TABELAS

Tabela 01	Limite das APP.	40
Tabela 02	Limite nas nascentes.	41
Tabela 03	Hierarquia Fluvial: Seções Fluviais do Alto e do Médio igarapé do Quarenta (gênese)	106
Tabela 04	Hierarquia dos Afluentes principais das Seções Fluviais do Alto /Superior e Médio da UPH/Bd de Educandos.	120

LISTA DE MAPAS

Mapa 01	Mapa da Área de Estudo - Bacia de Drenagem de Educandos	24
Mapa 02	Mapa da localização dos delimites da Bd Educandos	27
Mapa 03	Mapa da Área de APP de rios e nascentes Bd Educando	75
Mapa 04	Mapa Intensidade de uso e ocupação do solo dos bairros CFM/CFS	87
Mapa 05	Mapa da Hierarquia Fluvial da Bd de Educandos curso alto/médio	105
Mapa 06	Mapa do Curso fluvial superior com Floresta nativa	112
Mapa 07	Mapa do Curso fluvial médio com Floresta nativa	113
Mapa 08	Mapa da Rede de drenagem do Ig. do Quarenta (padrão drenagem)	117
Mapa 09	Mapa Perturbações/desserviços da fisiografia Bd Educandos	130

LISTA DE QUADROS

Quadro 01	Parâmetros Gerais	31
Quadro 02	Parâmetros Específicos utilizados	31
Quadro 03	Formulário de Tábula de Pesos e/ou pontuações	32
Quadro 04	Legenda da Carta PIGEOP	32
Quadro 05	Legislação e aporte para uso e ocupação solo urbano Bd Educandos	74
Quadro 06	Curso fluvial médio – Condomínios/Conjuntos	85
Quadro 07	Hierarquias escalares da geodiversidade	101
Quadro 08	Classificação morfogenética dos igarapés CFM/CFS Bd Educandos	118
Quadro 09	Desserviço na fisiografia na rede hidrográfica Bd Educandos	132

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ANA – Agência Nacional das Águas
APP – Área de Proteção Permanente
APA – Área de Proteção Ambiental
ArcGis – Geographic Information System
Bd – Bacia de Drenagem
CPRM – Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais
GPS - Global Positioning System
CFM – Curso Fluvial Médio
CFS – Curso fluvial Superior
CERH-AM - Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Amazonas
DNAEE - Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica
DSE – Desserviços
Espectral TM – tipo de assinatura espectral de radiação
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FJD – Faixa justafluvial direita
FJE – Faixa justafluvial esquerda
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPAAM - Instituto da Proteção de Ambiental do Amazonas
Mbh – Microbacia hidrográfica
OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PMM – Prefeitura Municipal de Manaus
PPG-GEOG - Programa de Pós-Graduação em Geografia.
PIGEOG – Protocolo de Inventariamento Geográfico
RH – Região Hidrográfica
RVS – Refúgio da vida selvagem
SBPC – Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência
Sbh – Sub-bacia hidrográfica
SA – Serviços ambientais
SP – Serviço de Provisão
SR – Serviço de Regulação
SC - Serviços Culturais
SE – Serviços ecossistêmicos
SEMA – Secretaria de Estado do Meio Ambiente do Amazonas
SEMMAS – Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade
SUCAM – Superintendia de Campanha de Saúde Pública
SFS – Sistema Fluvial Superior
SFM – Sistema Fluvial Médio
SIRGAS – Sistemas de Referências Geocêntricas para as Américas
SIG – Sistema de Informação Geográfica
SRem – Sensoriamento Remoto
SRTM – (Shuttle Radar Topography Mission) Missão fotográfica de radar embarcado.
UFAM – Universidade Federal do Amazonas
UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação a Ciência e a Cultura
UPH – Unidade de Planejamento Hídrico
USGS - United States Geological Survey
UTM – Meridiano Central ou Centro do fuso horário
UTP – Unidade Territorial de Planejamento

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	20
UNIDADE CONTEXTUAL DE ESTUDO	
Área De Estudo	23
ESTRATÉGIA METODOLÓGICA	28
CAPÍTULO I – ABORDAGEM DAS CATEGORIAS DE ANÁLISE, TEMADIZADORAS DO ESTUDO DA FISIONOMIA DA PAISAGEM URBANA E O SISTEMA COMPLEXO DE EDGAR MORIN.	38
O uso e ocupação do solo e da terra, as Áreas de Preservação Permanente e a geodiversidade de uma bacia de drenagem.	38
1.1 A paisagem e as Áreas de Preservação Permanentes nas bacias de drenagens.	42
1.1.1 O conceito de geodiversidade aplicado ao estudo de sistemas hidrográficos	44
1.1.2 O uso e ocupação do solo e da terra nas bacias de drenagens urbanas	47
1.1.3 A fisionomia da paisagem pelo uso e ocupação do solo e da terra implicadores da perdurabilidade ambiental às bacias hidrográficas.	48
1.2 A importância dos serviços ecossistêmicos e dos serviços ambientais para uma bacia hidrográfica urbana.	49
1.2.1 Conceito de perdurabilidade ambiental aplicado ao estudo da bacia de drenagem urbana.	53
1.2.2 Ação antrópica pelo uso e ocupação do solo e/ou terra nas bacias de drenagens urbanas.	55
1.2.3 Bacias de drenagens urbanas e o caso de Manaus até o início do Século XXI.	55
1.3 Bacias de Drenagens no Planeta, no Brasil e na Amazônia	57
1.3.1 Sistemas hidrográficos e/ou fluviais da Unidade de Terra Firme do Amazonas	58
1.3.2 A evolução demográfica nas bacias de drenagens urbanas de Manaus	60
1.3.3 A evolução das ocupações irregulares nas nascentes das bacias de drenagens.	61
1.3.4 Considerações sobre o Bacia de drenagem de Educandos.	63
1.3.5 Breve histórico sobre o Igarapé do Quarenta.	64
1.3.6 A ação antrópica na paisagem da geodiversidade na Bacia de drenagem de Educandos e sua influência na dinâmica fluvial.	65
1.3.7 O Paradigma da complexidade de Edgar Morin na geodiversidade da paisagem de uma bacia de drenagem.	67
1.4 A bacia de drenagem e o Paradigma da complexidade de Edgar Morin.	67
1.4.1	
CAPÍTULO II – A CARACTERIZAÇÃO DA FISIONOMIA DA PAISAGEM NA GEODIVERSIDADE DOS IGARAPÉS NOS LIMITES DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTES EM UMA BACIA DE DRENAGEM URBANA EM MANAUS	73
2.1 A delimitação das Áreas de Preservação Permanente de rios e de nascentes no médio e alto curso da bacia de educandos	76

2.1.1	Elementos da paisagem na área de estudo da bacia de drenagem de Educandos.	82
2.1.1.1	Característica dos macroelementos da paisagem que incidem sobre os cursos fluviais Médio e Alto da Bd de Educandos	82
2.1.2	O uso e ocupação do solo e/ou terra: atribuições complexas de espacialidade geográfica nos cursos fluviais superior e Médio da Bd de Educandos	89
2.1.2.1	O espaço urbano: uso e ocupação do solo urbano <i>versus</i> as APP de rios e de nascentes	91
2.2	A complexidade da constituição da fisionomia atual da paisagem: uso e ocupação do solo urbano pelos macroelementos urbanos e a importância das Áreas de Preservação Permanentes.	96
	CAPÍTULO III - A FISIOGRAFIA ATUAL DOS CURSOS FLUVIAIS E A PERDURABILIDADE AMBIENTAL DOS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS E AMBIENTAIS NAS SEÇÕES FLUVIAIS ALTA E MÉDIA DA REDE DE DRENAGEM DE EDUCANDOS	101
3.1	A Fisiografia Fluvial como elemento da geodiversidade	101
3.1.1	Conceitos hidrográficos convencionados aos sistemas fluviais	102
3.1.1.1	Bd de Educandos parte da hierarquia fluvial da Bacia Hidrográfica do rio Amazonas/Solimões	102
3.1.1.2	Quanto a Unidade Territorial de Planejamento (UTP) e/ou Unidade de Planejamento Hídrico (UPH)	106
3.2	O contexto da Carta de Protocolo de Inventariamento Geográfico (PIGEOG): a geodiversidade atual nos cursos fluviais da BD de Educandos	109
3.2.1	A fisiografia atual dos cursos fluviais alto e médio do sistema hidrográfico da UPH de Educandos	109
3.2.1.1	Aspectos da fisiografia fluvial nos Cursos Fluviais Superior e Médio da UPH de Educandos	114
3.2.2	Parâmetros e Pesos da Carta de PIGEOG: a situação da geodiversidade dos cursos fluviais do Alto/Superior e Médio a partir dos serviços ambientais e os serviços ecossistêmicos	120
3.2.2.1	Compreensão conceitual: Serviços Ecossistêmicos, Serviços Ambientais, Funções Ecossistêmicas, e Desserviços	120
3.2.2.2	Os serviços ambientais e os serviços ecossistêmicos antagonia de conceitos e práticas perduráveis na UPH/Bd de Educandos	134
3.3	A Perdurabilidade Ambiental as Funções Ambientais e o Paradigma do Sistema Complexo	135
4	CONCLUSÃO	140
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	143
	APÊNDICE	158

INTRODUÇÃO

A paisagem não deve ser posta à parte da sociedade, pois a produção e a reprodução dela e nela decorre da complexidade do sistema ambiental.

Para Morin (1999;2005), não há verdade única, pois, a natureza das coisas, das pessoas é uma incerteza frequente. Para se entender os sistemas complexos que são parte da Terra, carrega a necessidade de interrogar a natureza do conhecimento para examinar a sua validade.

O contexto do estudo que se denomina *A Geodiversidade e a fisionomia da paisagem da Bacia de drenagem de Educandos: cursos fluviais do Alto e do Médio igarapé do Quarenta, no Sudeste de Manaus-Amazonas*, tem seus dados analisados por aportes teóricos desvendadores dos alelogramas que integram as funções da ordem-desordem, geradores da fisionomia atual da paisagem.

Sendo assim, a problemática da pesquisa composta por situações-problemas partiu do estudo sobre o elemento principal da geodiversidade da paisagem, a fisiografia fluvial que respondeu às seguintes instigações: As seções fluviais do Alto e Médio Cursos do igarapé do Quarenta da Bacia de Drenagem (Bd) de educandos estão tendo perturbações ambientais ou extinções dos elementos da fisiografia fluvial? Há obediência ao Código Florestal? Qual a relação da função ambiental dos igarapés nas seções fluviais sob o ponto de vista das pessoas que residem nele e sobre ele e os serviços ecossistêmicos que poderão produzir? Como é percebida a perdurabilidade ambiental neste espaço? Nestes sistemas complexos, e com a presença do crescimento da cidade, há serviços ecossistêmicos oriundos da rede hidrográfica do curso alto e médio? Há indícios de ações de serviços ambientais no espaço-tempo das últimas duas décadas?

Essas instigações somaram-se à hipótese levantada na precedência do estudo, a qual permitiu entender as premissas sob alguns aspectos:

- Os impactos negativos poderiam estar provocando alterações na geodiversidade da paisagem dos igarapés constituidores da rede de drenagem dos cursos alto e médio da Bd de Educandos, principalmente nas Áreas de Preservação Permanente (APP), permitindo a ocupação e respectiva degradação, uma vez que havia indícios de não ter fiscalização mais efetiva dos órgãos de controle ambiental na aplicação da legislação vigente:

▪ Os serviços ecossistêmicos mostram-se poucos ou inexistentes, e os serviços ambientais não eram percebidos ou raramente percebidos no espaço-tempo das últimas duas décadas, principalmente no decorrer da retificação de canais.

Seguindo essas questões, os objetivos foram assim formulados: **Objetivo Geral** - Analisar a fisionomia da paisagem na geodiversidade dos igarapés, nos cursos alto e médio da Bacia de drenagem (Bd) de Educandos, no sudeste da cidade de Manaus-Amazonas; **Objetivos específicos** - **Realizar** o embasamento teórico das categorias tematizadas (*APP de rios e de nascentes, paisagem, uso e ocupação da terra e/ou do solo, bacia hidrográfica, fisiografia, serviços ecossistêmicos, serviços ambientais, perdurabilidade ambiental*) para estudo na Bd de Educandos, à luz das obras geográficas, em específico na Teoria da Complexidade; **Delimitar** na rede hidrográfica de Educandos, localizada nos cursos fluviais alto e médio as *Áreas de Preservação Permanente (APP)* de rios e de nascentes e nestas a *fisionomia da paisagem* pelo uso e ocupação da terra e/ou do solo nas duas últimas décadas do século XXI; **Elaborar** a Carta de Protocolo de Inventariamento Geográfico com dados da *fisiografia* atual dos *cursos fluviais* alto e médio e a situação dos **serviços ecossistêmicos** e dos **serviços ambientais**, importantes na **perdurabilidade ambiental** da Bd/UPH de Educandos.

Com esses aparatos metodológicos a esta Dissertação de Mestrado está elaborada com três Capítulos:

Capítulo I – *Abordagem das categorias de análise, tematizadoras do estudo da fisionomia da paisagem urbana e o sistema complexo de Edgar Morin*. No primeiro capítulo a abordagem é constituída da articulação teórica, suporte do estudo, articulador do método científico, no caso o tetragrama do sistema complexo (ordem ⇔ desordem ⇔ integração ⇔ organização), com a categoria geográfica, no caso a paisagem e, as categorias de análise que fazem parte dessa dissertação de mestrado;

Capítulo II – *A Caracterização da fisionomia da paisagem na geodiversidade dos igarapés nos limites das Áreas de Preservação Permanentes em uma bacia hidrográfica urbana em Manaus*. Este capítulo trata da fisionomia da paisagem, a partir do uso e ocupação do solo urbano, no território hidrográfico da Bd do igarapé do Quarenta (leito fluvial principal), respectivo às seções fluviais do Alto/Superior e Médio cursos, no que diz respeito às implicações frente as legislações: para se habitar pela sociedade humana em uma área urbana municipal especificada para o fim, assim como em caráter

exclusivamente ambiental, a fim de se ter a conservação e preservação ambiental dos sistemas naturais.

Capítulo III - *A Fisiografia atual dos cursos fluviais e a perdurabilidade ambiental dos serviços ecossistêmicos e ambientais nas seções fluviais alta e média da rede hidrográfica de educandos.* Apresenta os registros constantes na Carta de Protocolo de Inventariamento Geográfico, com abordagens sobre a situação da fisionomia da paisagem atual, do principal elemento da geodiversidade da paisagem (fisiografia fluvial). Entre as categorias discutidas estão: o conjunto de elementos composto pelos fatores naturais (bióticos e abióticos), cujos registros da Carta PIGEOP, oriundos das relações intrínsecas, da sociedade humana e os sistemas naturais, resultam para fisiografia fluvial da bacia de drenagem (Bd) de Educandos, nos cursos fluviais médio e superior, mais perturbações (impactos exponenciais e extinções geomorfológicas e de ecossistemas) e desequilíbrios às funções e respectivos serviços ecossistêmicos, do que a implementação de serviços ambientais possibilitadores da manutenção, principalmente dos serviços de suporte e os reguladores.

UNIDADE CONTEXTUAL DE ESTUDO

O estudo foi realizado em um dos sistemas da rede hidrográfica do rio Negro. Este é um dos principais tributários do rio Amazonas-Solimões que banha as bordas da cidade de Manaus. A referida é um dos grandes centros urbanos, pois é a capital do Amazonas, localizada na Região Norte do Brasil. Manaus é a capital do Amazonas, esta faz parte do município com o mesmo nome que compõe a Região Metropolitana de Manaus (RMM), instituída pela Lei Complementar Estadual nº 52, de 2007 (alterada pela Lei Promulgada nº 64 de 30/04/2009).

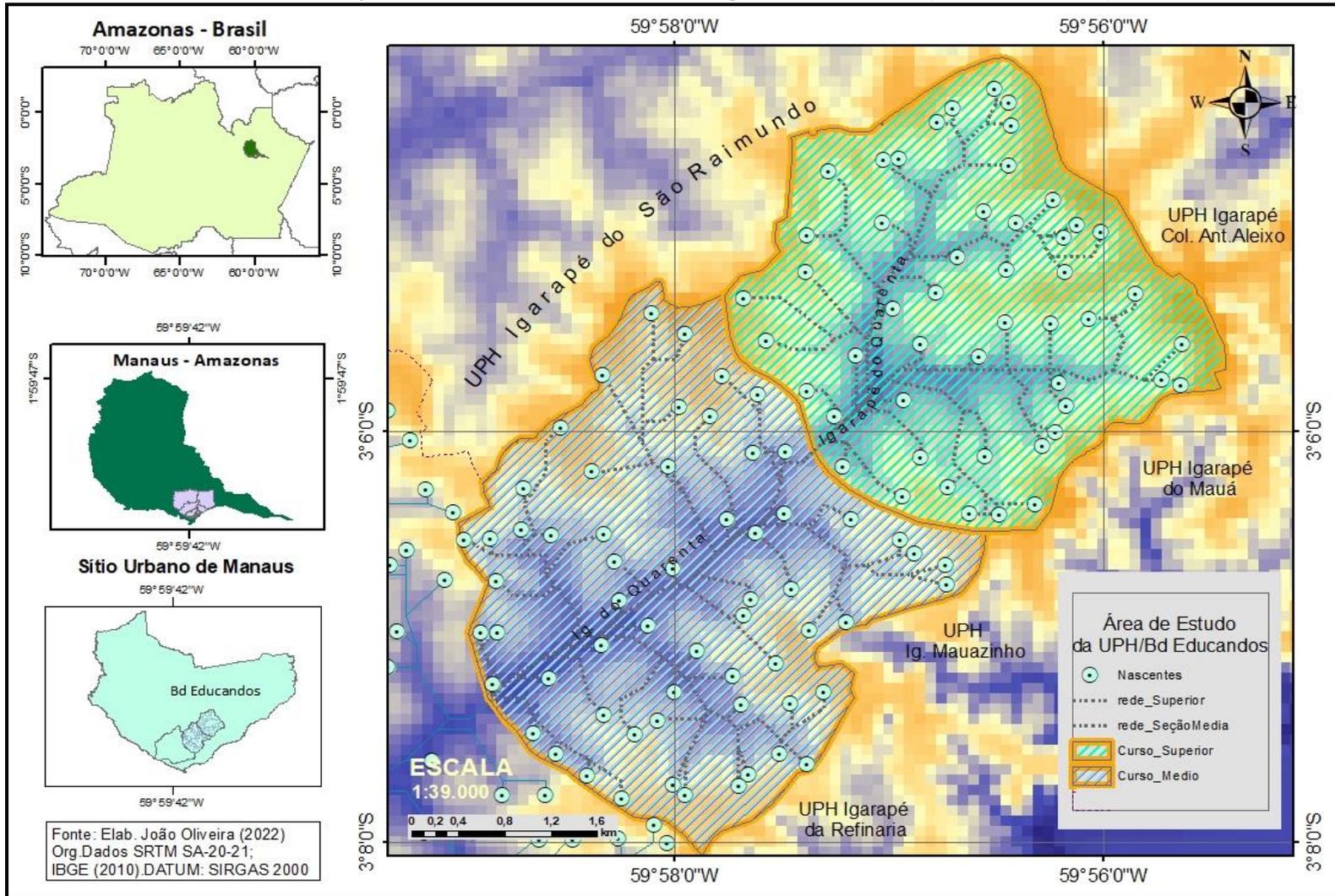
Manaus-Amazonas, de acordo com as estimativas preliminares (2021) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), possui uma população de 2.255.903 habitantes, com densidade demográfica de 158,06 hab/km² (IBGE 2010). Área com unidade territorial de 11.401,092 km². Tem gentílico: manauara. Esgotamento sanitário adequado (2010): 62,4%; arborização de vias públicas (2010) de 23,9%; urbanização de vias públicas (2010) de 26,3%; população exposta ao risco (2010) de 55.851 pessoas; Bioma (2019): Amazônia; sem sistema costeiro marinho; hierarquia urbana de metrópole; região de influência: Manaus; região intermediária: Manaus; região imediata: Manaus; mesorregião: Centro Amazonense; microrregião: Manaus.

A sede urbana de Manaus é modelada por uma complexa rede de drenagens fluviais, cujos canais fluviais tributários são denominados regionalmente de *igarapés*. Dentre as unidades hidrográficas que modelam esta cidade se encontra a Bacia de drenagem (Bd) fluvial de Educandos, do ponto de vista da gestão de recursos hídricos foi denominada de Unidade de Planejamento Hídrico (UPH).

Área de Estudo

A Unidade de Planejamento Hídrico (UPH) de Educandos (AMAZONAS/SEMA, 2019) e/ou Bacia de Drenagem Fluvial (HORTON, 1945; STRAHLER, 1954; CRISTOFOLETTI, 1980; SUGUIU e BIGARELLA, 1990), tem o seu território hidrográfico modelado de sudeste para sul, na localização a partir dos limites da sede urbana Manaus – Amazonas (**Mapa 01**).

Mapa 01: Área de estudo com a Bacia hidrográfica de Educandos (Alto e Médio curso)



Org. Joao Oliveira

Contexto Geográfico de Estudo: Seções Fluviais do Curso Médio e Curso Superior/Alto do igarapé do Quarenta, da Bd de Educandos.

A fisiografia fluvial da área de estudo tem como canal predominante da UPH Educandos, de sudeste a sul, o igarapé do Quarenta:

⇒ Este atravessa o bairro Zumbi dos Palmares, o sul do bairro Armando Mendes, FJD onde estão os bairros de: Coroado, Japiim II; na FJE bordejando os limites do bairro Distrito Industrial I. Essa parte abrange os dois cursos fluviais, o Alto e o Médio.

A partir da Av. General Rodrigo Otávio Jordão faz divisa entre os cursos fluviais Médio e o Inferior. Daí segue até a foz, no bairro de Educandos, onde deságua no rio Negro, afluente do rio Amazonas/Solimões.

Para o estudo se delimitou duas seções fluviais (Médio possui uma área de 12,6 km²; e o Alto Curso Fluvial mede 11,26 km²) descritas abaixo e apresentadas no **Mapas 01 e 02**:

i) Limites do Alto Curso Fluvial (montante)

Do ponto principal, nas proximidades da principal nascente da UPH, a montante (**3° 05' 23,847" S - 59°56' 38,919"W**), o limite é a Av. Cosme Ferreira que segue sobre os divisores hidrográficos, delimitados pelos bairros: Zumbi dos Palmares, Armando Mendes, Distrito Industrial II. Desse ponto se cruza com a Av. Gisele - Distrito Industrial II (**3° 5'47.69"S-59°55'27.15"W**).

ii) Limites entre o Curso Fluvial Superior (jusante) e o Curso Fluvial Médio (montante)

Do mesmo ponto principal, seguindo pelo divisor de água da Faixa Justafluvial Direita (FJD) segue a jusante até a confluência da Av. Cosme Ferreira com a Av. Adolfo Ducke. Dessa, segue até entrar na APA Manaó, na área da Universidade Federal do Amazonas (Bairro do Coroado).

Ao chegar na via de acesso dessa instituição, Avenida Octávio Hamilton Botelho Mourão (**3° 5'14.65"S - 59°57'44.09"O**), segue uma linha transversal até encontrar o limite dos Distrito Industrial II e ponto dos interflúvios das UPH Mauá e Mauzinho (**3° 6'49.60"S - 59°56'47.31"O**).

Essas duas Coordenadas demarcam a **divisão das seções fluviais do Alto com o Médio Curso (Mapas 01 e 02)**.

iii) Limites entre o Curso Fluvial Inferior e/ou Baixo Curso Fluvial e o Curso Fluvial Médio (Mapas 01 e 02)

Inicia os limites na Bola do Coroadó sendo com:

⇒ O INPA (**3°05'36.45"S - 59°59'21.25"W**);

⇒ Na Av. Gen. Rodrigo Otavio Jordão (**3°05'36.51"S - 59°59'17.56"W**).

Partindo desse ponto segue por um limite transversal até a Estrada do Marapatá (**3°08'02.66"S - 59°57'52.44"W**).

Dos Nomes e dos Limites

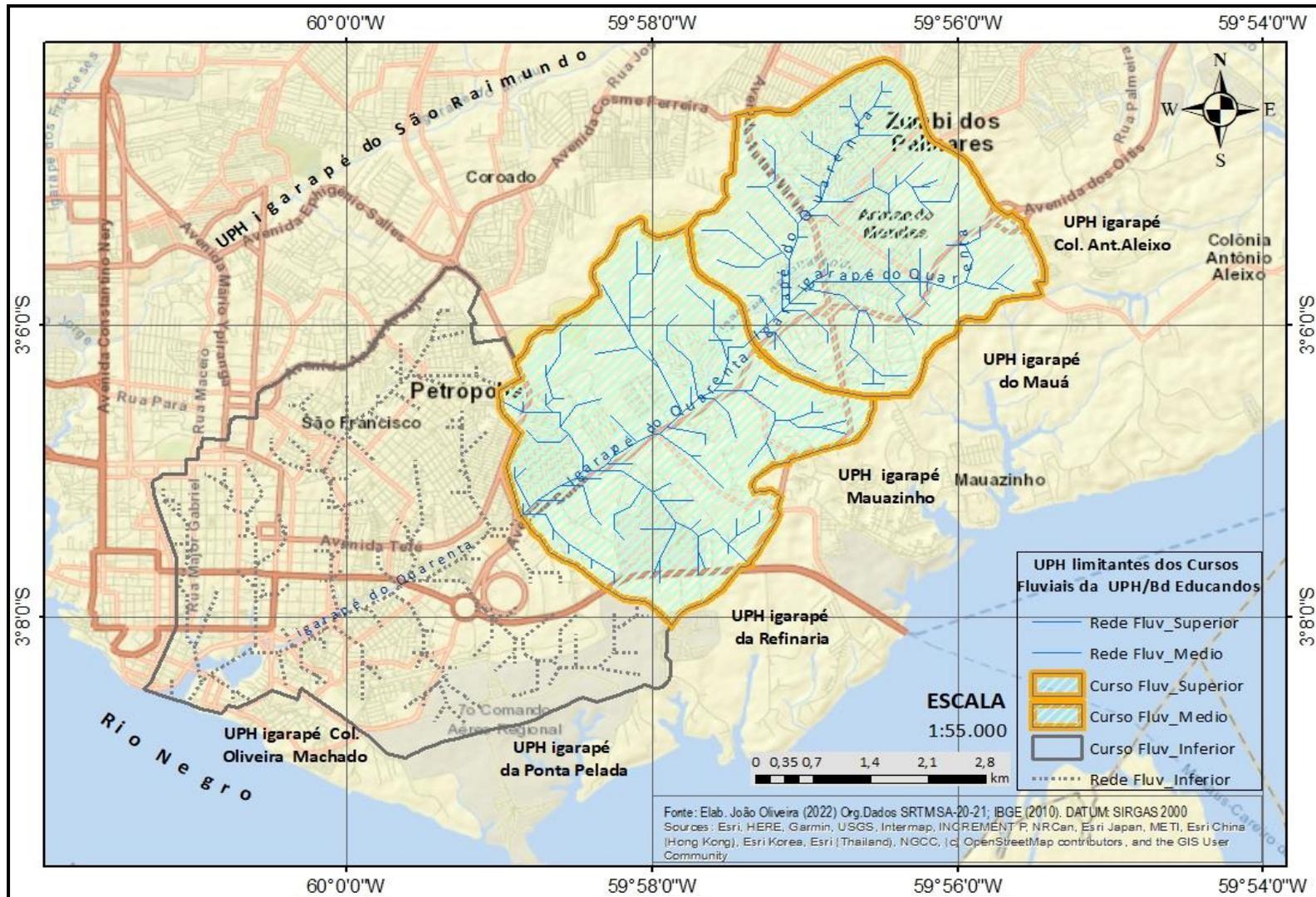
Esse sistema hidrográfico teve grande importância na ascensão histórica de Manaus entre as cidades da Amazônia, desde a tímida sede da *civilização das palhas* (*Lugar da Barra*) do século XVII. Mesmo nos meados século XIX, a fisionomia da paisagem chama atenção de Louis e Elizabeth Agassiz quando dão destaques às construções públicas. Tal descrição está no texto do deslocamento fluvial para o educandário (foz da Bd de Educandos), onde o casal faz menção sobre mesmo modelo de construção de outrora (palhas), ainda persistir, a exemplo da existência dos prédios públicos e as moradias cobertas de palhas (DELGADO, 2022).

Nos estudos de Pacheco (1999) e Delgado (2022), as plantas cartográficas da cidade de Manaus, dos anos de 1852 e 1893, mostram que o território hidrográfico da UPH/Bd de Educandos de montante a jusante (foz) se encontra nominada *de igarapé da Cachoeirinha*.

O divisor de água da Faixa Justafluvial Direita (FJD) é a UPH do igarapé do São Raimundo. Limita-se com esta desde o bairro Zumbi do Palmares, seguindo a jusante pelos bairros: de Coroadó, Aleixo, Adrianópolis, N. S. das Graças e o Centro da cidade de Manaus.

Na Faixa Justafluvial Esquerda (FJE), a UPH Educandos limita-se com os divisores das UPH: Colônia Antônio Aleixo; Mauá; Mauzinho; Ponta Pelada; Refinaria; e, Colônia Oliveira Machado. Esses territórios hidrográficos modelam os bairros (de montante a jusante): parte do Distrito Industrial II; Mauzinho; Vila Buriti; e Colônia Antônio Aleixo.

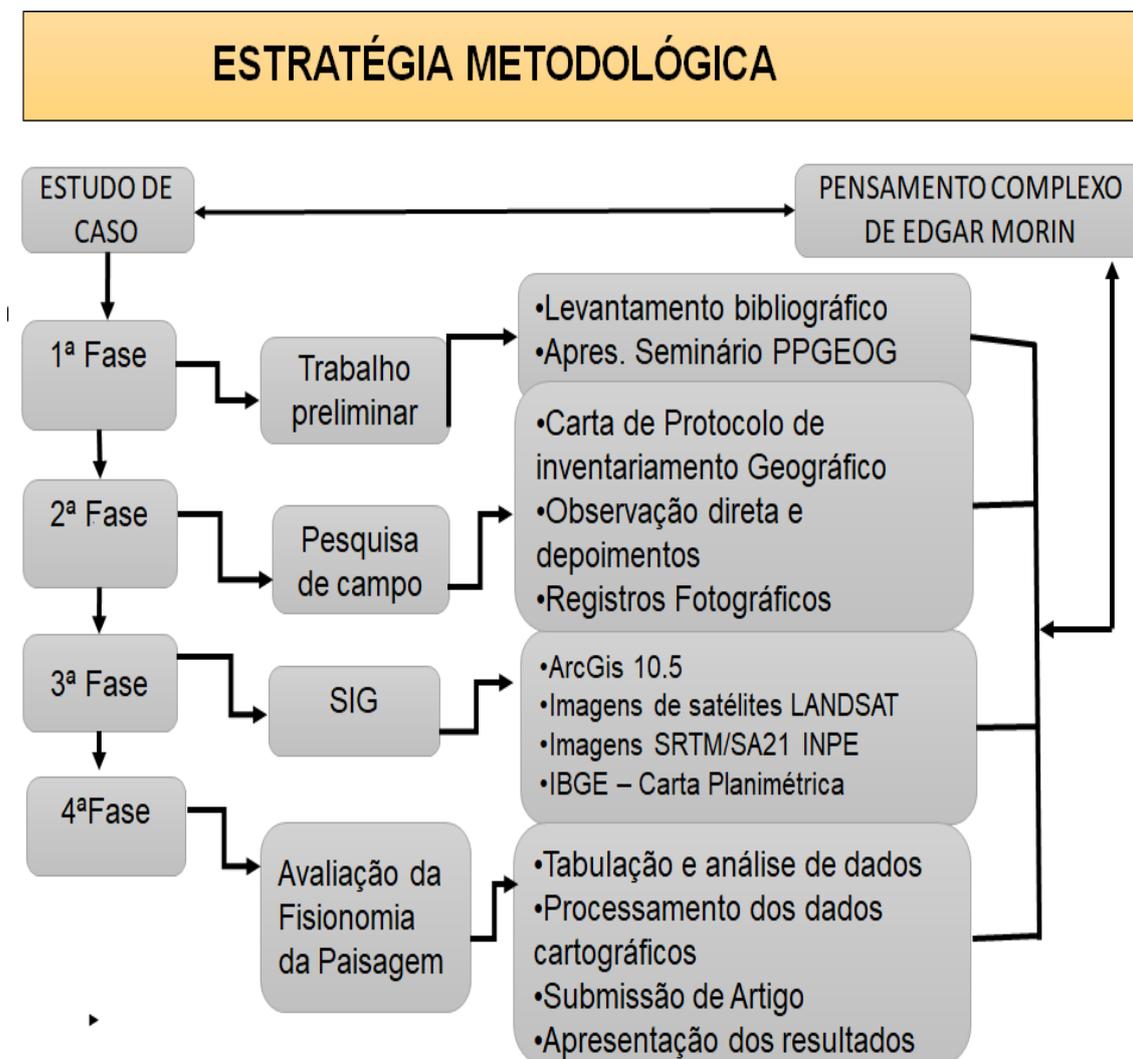
Mapa 02: Mapa da localização a partir dos delimites da sede urbana Manaus – Amazonas



ESTRATÉGIA METODOLÓGICA

O presente estudo teve como estratégia dois Métodos: Método Procedimental e o Método de Abordagem (**Figura 01**):

Figura 01: Fluxograma com procedimentos metodológicos da pesquisa



Fonte: Org. João Oliveira, 2022

i) Método procedimental

Neste método de procedimento da pesquisa foi efetivado o aporte do *estudo de caso* de Yin (2005) e suas técnicas, em forma de pesquisa qualitativa. Ainda segundo Yin (2005, p.33), o *estudo de caso* como estratégia de pesquisa compreende um método que abrange tudo, tratamento da lógica de planejamento, coletas de dados, das abordagens e análises dos mesmos.

Na estratégia do *estudo de caso*, poder-se-á utilizar a forma da questão “*como e por que*” e não exige controle sobre eventos comportamentais com foco nos acontecimentos contemporâneos (YIN, 2001. p. 24). Para o referido autor, o estudo de caso não necessita ficar limitado a uma única fonte de evidências (YIN, 2005).

O *estudo de caso* foi o método de procedimento escolhido pelo fato da necessidade de compreender os fenômenos físicos, assim como pela estratégia de operacionalização do trabalho de campo, assim permitindo profundidade da realidade do fenômeno estudado, a partir de um recorte do real em meio a um amplo e complexo sistema de um caso concreto.

Procedimentos Metodológicos

Etapas do método procedimental da pesquisa

Esta pesquisa foi composta por quatro etapas principais que descrevem em ordem sequencial as atividades que foram realizadas ao longo do estudo de acordo com os objetivos propostos (**Figura 01**).

Etapa de Execução Direta

As atividades incluem a 1ª e 2ª:

- *Levantamento bibliográfico* com Revisão da literatura para o suporte das categorias de análise. Segundo Lakatos e Marconi (1987, p. 66), a pesquisa bibliográfica é um levantamento documental de toda bibliografia já publicada sobre o assunto que está sendo pesquisado, como: livros, revistas, jornais, boletins, monografias, teses, dissertações, material cartográficos, com o objetivo de colocar o pesquisador em contato direto com todo material já escrito sobre o que está sendo pesquisado.

- *Levantamento e Revisão de Literaturas* para a *fundamentação teórica* e com isso foram geradas informações de arcabouço teórico alinhado com o paradigma da Complexidade de Edgar Morin articulado com as categorias de análise de estudo;

- *Trabalho de campo* realizado em todas as etapas a fim de ajustar ou entender alguma categoria que estava sendo interpretada.

Principais atividades:

- ↳ Elaboração do mapa da área de estudo (cursos fluviais Superior/Alto e Médio da Bacia Hidrográfica do Educados que está localizada no Sudeste da cidade de Manaus);

↳ Análise das APP de rios e de nascentes; delimitação dos cursos fluviais estudados e a geração de dados da fisiografia da paisagem;

↳ Demarcação de pontos com o sistema de posicionamento global (*Global Positioning System* – GPS) nas áreas da fisiografia da Bacia de drenagem do Educandos para: delimites dos interflúvios da bacia de drenagem dos cursos fluviais (médio e superior) voltadas para identificar a fisiografia; identificação de tributários com impactos erosivos e assoreamentos no leito; altimetria do gradiente topográfico da bacia do Educandos.

Materiais: prancheta de anotações, máquina fotográfica, GPS marca Garmin Etrex 10; trena; Formulários do PIGEOP; caderneta de campo; Celular com o APP do Google Earth

- *Observação direta*: Essa atividade foi realizada por meio da percepção do pesquisador pelas conversas com moradores e do próprio olhar, no sentido de formar um juízo capaz de facilitar algumas conclusões sobre o assunto pesquisado. Marconi e Lakatos (2003, p. 190) definem observação como uma técnica de coleta de dados para conseguir informações e utiliza os sentidos para obtenção de determinados aspectos da realidade.

- *Obtenção dos dados da fisiografia atual dos cursos fluviais alto e médio e a situação dos serviços ecossistêmicos e dos serviços ambientais, importantes na perdurabilidade ambiental*: o registro dos dados para coleta, tabulação e análise e a obtenção da Carta, ocorreu por meio da técnica a seguir:

↳ **Técnica de Pesquisa de Campo**: Foi feito no *Protocolo de Inventariamento Geográfico* (PIGEOP).

O Protocolo de Inventariamento Geográfico – PIGEOP é uma técnica que coleta e tabula dados voltada às pesquisas dos diversos ramos da ciência, em específico o da Geografia. Segundo Alfaia (2019), nesse protocolo os dados são apresentados em forma de quadros com destaque para o aspecto físico da paisagem e suas respectivas pontuações que vão de zero para a degradação por extinção a 100 que mostra onde há qualidade no sistema natural.

A técnica do PIGEOP é composta por formulários coletores e tabulador de dados: Matriz de Aspectos Físicos e Antrópicos para a geração dos parâmetros; Matriz de Parâmetros Gerais e os Específicos; Tábula de Pesos e/ou Pontuações,

geradores da Carta de Protocolo de Inventariamento Geográfico (**Carta de PIGEOG**) com a respectiva legenda (FELIX, PACHÊCO e BRANDÃO, 2014; PACHECO; SEIXAS; BRANDÃO, 2018;2019; DELGADO, 2022) de acordo com os **Quadros 01 - 04**.

Em função da necessidade de cada pesquisa, os Parâmetros Gerais (PG) (**Quadro 01**) e os Parâmetros Específicos (PE) (**Quadro 02**) foram criados de acordo com a problemática, hipótese e objetivos da pesquisa como aplicado por Delgado (2022). Para cada Parâmetro Geral poderão ser definidos quantos Parâmetros Específicos especiais necessitarem, sendo recomendado pelo PIGEOG um formulário específico para facilitar a pontuação dos mesmos (**Quadro 03**).

Neste estudo foi definido apenas um PE para Fisiografia Fluvial e no Uso de Ocupação de Solo Urbano, detalhados abaixo (**Quadro 02**). Em relação à Tábula de Pesos e/ou Pontuações, abaixo pode ser identificado o formulário com os pesos e/ou pontuações definidas para o PIG-GEOG, não devendo ser alterada (**Quadro 03-04**). A descrição da atribuição na legenda foi de acordo com os objetivos do objeto de estudo.

Quadro 01: Parâmetros Gerais do PIGEOG

DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	
Curso Fluvial:	
Data da coleta: / /	Horário:
Modo da coleta (coletor):	
PESQUISADOR (A):	
MATRIZ DOS PARÂMETROS GERAIS DO PIGEOG	
PARÂMETRO DA FISIOGRAFIA FLUVIAL NOS CURSOS FLUVIAIS SUPERIOR-MÉDIO (CFS-CFM)	PARÂMETRO DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO URBANO NO VALE FLUVIAL DOS CURSOS FLUVIAIS SUPERIOR-MÉDIO (CFS-CFM)
1.Parâmetros Específicos 01: florestas nativa vegetação secundária, solo, geomorfologia Fluvial de Terra Firme	2.Parâmetros Específicos 02: Uso e ocup. do solo (Estruturas e infraestruturas Urbanas)

Quadro 02: Parâmetros Específicos utilizados no PIGEOG

PARÂMETRO DA FISIOGRAFIA FLUVIAL NOS CURSOS FLUVIAIS SUPERIOR- MÉDIO (CFS-CFM)	PARÂMETRO DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO URBANO DOS CURSOS FLUVIAIS SUPERIOR-MÉDIO (CFS-CFM)
1.Parâmetros Específicos 01: florestas nativas, vegetação secundária, solo, geomorfologia Fluvial de Terra Firme	2.Parâmetros Específicos 02: Uso e ocup. do solo (Estruturas e infraestruturas Urbanas)
1.1 Florestas nativas de Terra Firme na topografia da SFS/CFS	2.1 Predomínio de Estruturas Urbanas
1.1.1 A situação da Floresta nativa do platô	2.1.1 Prédios sobre APP da foz
1.1.2 A situação da Floresta nativa da vertente	2.1.2 Prédios sobre APP da foz dos tributários
1.1.3 A situação da Floresta nativa do baixio	2.1.3 Prédios sobre APP de nascentes
1.1.4.A situação da Floresta nativa das nascentes dos igarapés	2.1.4 Prédios sobre APP de rios

Quadro 03: Formulário de Tábula de Pesos e/ou pontuações

PARÂMETROS DA FISIOGRAFIA FLUVIAL NOS CURSOS FLUVIAIS CFS-CFM	Serviços Ecosistêmicos			TÁBULA DE PESOS/PONTUAÇÕES							Estado dos SE Total
	SA/SP	SR	SC	00-10	11-20	21-30	31-45	46-65	66-85	86-100	Pontos
	1.Parâmetros Específicos 01: florestas nativas, vegetação secundária, solo, geomorfologia Fluvial de Terra Firme										
1.1 Florestas nativas de Terra Firme na topografia da CFS/CFM											

Quadro 04: Legenda da Carta de PIGEOG

PESOS PONTUADOS	ESTADO DAS FUNÇÕES E SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS	LEG
86 a 100 Pontos	Estado dos Elementos da Geodivers. da Paisagem com fisiografia excelente	
66 a 85 Pontos	Estado dos Elementos da Geodivers. da Paisagem com pouca degradação	
46 a 65 Pontos	Estado dos Elementos da Geodivers. da Paisagem com degradação em recuperação	
31 a 45 Pontos	Estado dos elementos da Geodivers. da Paisagem com degradação preocupante	
21 a 30 Pontos	Estado dos Elementos da Geodivers. da Paisagem degradação em risco de extinção	
11 a 20 Pontos	Estado dos Elementos da Geodivers. da Paisagem extremamente degradados	
00 a 10 Pontos	Estado dos Elementos da Geodiversidade da Paisagem extintos	
< menor	Quanto menor for o ponto maior é a perturbação à Geodivers. da paisagem	
> maior	Quanto maior for a pontuação menor a perturbação à Geodivers. da paisagem	

Para a implementação do PIGEOG foram feitos os seguintes procedimentos:

1) *Atividades de Campo* – Com a finalidade de coleta de informações e verificação. As técnicas de campo foram aplicadas para avaliar as mudanças na fisionomia da paisagem relacionadas às medias de tempo e espacialização.

↳ *Aplicação do Protocolo de Inventariamento Geográfico (PIGEOG).*

A vantagem dessa técnica de levantamento e tabulação dos dados é que os parâmetros variam de acordo com a pesquisa científica que será realizada. Sendo desta forma, possibilitado ajustar os formulários de acordo com o projeto de estudo científico.

No estudo em pauta, os registros e tabulações, variaram entre os parâmetros, quando se compara ao PIGEOG e respectiva Carta de Protocolo aplicado por Delgado (2022). As principais diferenças estão nos ajustes nos formulários de PIGEOG, os quais mesmo sendo aplicados na mesma UPH/Bd de Educandos e Igarapé predominante, o Igarapé do Quarenta, as seções fluviais foram distintas, assim como, o diagnóstico e respectivo prognóstico com enfoques próprios. Para este estudo,

estabeleceu-se a avaliação dos parâmetros, transposto na Carta de PIGEOG, a partir dos serviços ecossistêmicos (suporte, regulador, abastecimento/provisão, cultural).

Etapa de Tabulação, Análise de Dados e Elaboração da Carta de PIGEOG

Nesta etapa estão inclusas a realização da 3ª e 4ª Fases do estudo científico.

- *Trabalho de Gabinete* – ambiente onde as informações foram consolidadas.

Sistematização e análise dos dados para a produção dos Mapas, Carta de PIGEOG, Tabelas; tratamento de fotos para Mosaico do Figuras. Esses produtos foram os facilitadores da conclusão do estudo:

Organização do Sistema de Informação Geográfica (SIG):

↳ Arcgis 10.3;

↳ Base Cartográfica, constituída pelas cartas disponibilizadas pelo Ministério do Exército – Departamento de Engenharia e Comunicação/ Diretoria de Serviço Geográfico, com projeção utilizada SIRGAS 2000 na Zona UTM 20 e 21 S;

↳ Mosaico de imagens de satélites - Foram usadas bandas espectrais TM do sensor LANDSAT-5 E 8, adquiridos gratuitamente no Catálogo de Imagem INPE/2010, postadas no site Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) com datas de imageamento, o que possibilitou a análise do uso e da ocupação do solo, com baixa ocorrência de nuvens sobre a área de pesquisa no período de 1984 a 2021;

↳ Imagem do projeto *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) AS 20-21. Foram utilizadas imagens com resolução de 30 metros, disponibilizada no sítio da United States Geological Survey (USGS). A efetivação desta delimitação foi realizada por esse Banco de dados SRTM SA 20 Z-D e SA 21 Y-C, SRTM 20-21;

Outros Produtos de Ilustração: Tabelas; Quadros; Mosaico de Fotos e de Imagens Google Map; Carta de PIGEOG

↳ Esta é a fase final de elaboração dos produtos, a fim de subsidiarem as avaliações da fisionomia da paisagem por meio da sistematização dos dados obtidos em campo; feito a análise estatística dos dados por meio de tabelas, quadros, mapas e sistemas de informações geográficas, para tabulação dos dados.

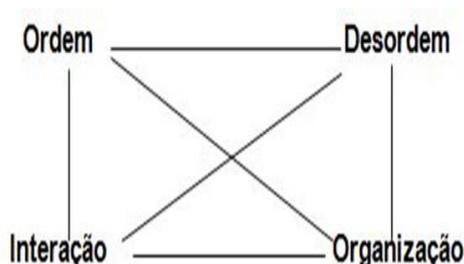
2) Método de Abordagem - Teoria da Complexidade

A proposta metodológica desta pesquisa parte de uma reflexão epistemológica fundamentada no **Paradigma da Complexidade** proposto por **Edgar Morin**.

Segundo Morin (2011) houve a necessidade de um pensamento complexo, uma vez que a complexidade é um tecido de constituintes heterogêneas, inseparavelmente associadas. A interpelação de cada capítulo esteve articulada a partir da análise dos eixos de investigação pela base teórica com aporte em temáticas de pesquisas fundamentadas em Edgar Morin “...a complexidade está ligada a certa mistura de ordem e de desordem, mistura íntima ao contrário da ordem, desordem estatística...” (MORIN, 2011 p.35).

Edgar Morin, formalizou o *anel tetralógico* para definir sua teoria conforme a **Figura 02:**

Figura 02: Anel ou círculo tetralógico



Fonte: Morin, 1977.

Edgar Morin precisou de um princípio para identificar seu pensamento científico demonstrado da base para se fazer a leitura da complexidade que pode ocorrer em um determinado sistema, para o qual definiu como círculo tetralógico. Neste diagrama, a origem faz surgir a *ordem*. Determina-se e materializa-se as *interações* entre as partículas (*alelogramas*) que vão constituir a base dos processos físicos e dentre eles os da (*re*)*organização*. Em seguida, tecem por meio das *interações* o que resultam um processo conjugado pela: *ordem-desordem-(re)organização*.

Na organização da sua tetralogia que constitui o sistema complexo, Morin (2008, p.72), explica que “as *interações* são *ações recíprocas* que modificam o comportamento ou a natureza de elementos, corpos, objetos, fenômenos em presença ou em influência”.

O *conhecimento* é ao mesmo tempo atividade (cognição) e produto dessa atividade (pensamento), e que o conhecimento é uma emergência de um espírito humano que por sua vez é emergência de um cérebro humano (MORIN, 2015).

Nesse pensamento, o processo de organização espacial, as redes geográficas de análise das interações espaciais integrantes da complexidade se apresentam enquanto sistemas dinâmicos que manifestam comportamento complexo.

Para Edgar Morin (1977, p. 52) “*a ordem nasce ao mesmo tempo que a desordem, na catástrofe térmica e nas condições originais singulares que determinam o processo constitutivo do universo*”.

Efetivamente, Morin percebe que é necessário entender que esta relação pode ser extraída da cosmogênese e que, os conceitos de ordem e de organização só se desenvolvem um em função do outro.

Morin (1977) nos permite entender que o anel tetralógico significa que as interações são inconcebíveis sem desordem, isto é, sem desigualdade, turbulências, agitações que os encontros provocam. Morin segue descrevendo seu modelo tetralógico:

No anel tetralógico de Edgar Morin, significa, portanto, que não podemos isolar ou hipostasiar nenhum desses termos. Cada um adquire sentido na sua relação com os outros. Temos de concebê-los em conjunto, ou seja, como temos simultaneamente complementares, concorrentes e antagônicos. (MORIN,1977, p.58).

A escolha da Teoria da complexidade como Método de Abordagem se justifica em virtude da necessidade em desenvolver uma estratégia de pesquisa que contemple a complexidade dos novos problemas e fenômenos da realidade contemporânea que envolvem a geodiversidade da paisagem.

Essa base teórica (Teoria dos Sistemas Complexos e/ou Pensamento Complexo e/ou Sistemas da Complexidade) que dará o suporte para as articulações entre as ***categorias de análises*** deste estudo: *paisagem, geodiversidade da paisagem (fisiografia fluvial), serviços ambientais, fisiografia, espaço-tempo, perdurabilidade ambiental, APP de rios e de nascentes e serviços ecossistêmicos*.

A **paisagem** é tudo aquilo que é perceptível aos nossos sentidos, por isso o termo paisagem é polissêmico e pode ser utilizado de diferentes maneiras e por várias ciências. Segundo Bertrand e Bertrand (2009), o termo paisagem é anexado a

um qualificativo de restrição que altera os sentidos, ou seja, para a interpretação da paisagem, além do que o *olho alcança* estão as trilhas do espaço-tempo que é preciso de aguçamento do pesquisador para fazer a interpretação das funções que dão o retrato da fisionomia atual dessa (paisagem).

Serviços ambientais são os benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas, ou seja, são serviços que o meio ambiente desempenha naturalmente e que resultam em benefícios para os seres humanos. Este é o conceito mais aceito na literatura, extraído do Millennium Ecosystem Assessment (2005).

Segundo o Projeto de Lei nº 312 de 2015 (tramitando no Congresso Nacional) a definição de **serviços ecossistêmicos** se dá pelos benefícios que a humanidade consegue obter dos ecossistemas de forma direta ou indireta - por exemplo: obtenção de madeira, regulação do clima e do ciclo da água.

A **geodiversidade**, de acordo com Kozłowski (1999;2001;2004) é a composição formada pelos sistemas da natureza (biótico e abiótico), e integrados pela ação da sociedade humana produz e reproduz a paisagem.

A **fisiografia** é descrição dos aspectos físicos da superfície terrestre. O *United States Geological Survey* define fisiografia como um estudo de "*características e atributos de superfície da Terra*".

Para Leibniz (1715), o **espaço** é uma ordem de coexistência e o **tempo** uma ordem de sucessões. E para Newton, o espaço é uma concepção obsoleta e o tempo outra.

Outra categoria que abrange o estudo é a **perdurabilidade ambiental**. Segundo Brandão (2016), a perdurabilidade ambiental é entendida como a conservação, preservação e a resiliência do sistema ambiental de forma duradoura.

As **Áreas de Preservação Permanente (APP)** são as áreas marginais a corpos d'água - sejam elas várzeas ou "florestas ripárias", e os topos de morro ocupados por campos de altitude ou rupestre. São áreas insubstituíveis em razão da biodiversidade e de seu alto grau de especialização e endemismo, além dos serviços ecossistêmicos essenciais que desempenham (SBPC, 2011).

Para Rosa (2007), Pacheco (2013) e Seixas (2018), o **uso da terra e ocupação do solo** consiste em buscar conhecimento de toda a sua utilização por parte do homem ou, quando não utilizado pelo homem, a caracterização dos tipos de

categorias de vegetação natural que reveste o solo, como também suas respectivas localizações.

O eixo teórico que fundamenta as demais categorias de análise é abordado no emaranhado de interações complexas para a impressão da paisagem, onde as relações de conexões promovem interferências mútuas, conforme o diagrama de abordagem teórica abaixo (**Figura 03**).

Figura 03: Diagrama das categorias de estudo da bacia de drenagem de educandos. Cursos alto e médio.



Fonte: Org. Joao de Oliveira

Este diagrama das categorias de análises do estudo foi construído para um entendimento mais detalhado de como fica estabelecida as conexões e interações das diversas categorias estudadas. A seguir, o Capítulo I vai tratar sobre abordagem das categorias de análise, tematizadoras do estudo da fisionomia da paisagem urbana no sistema complexo de Edgar Morin.

CAPÍTULO I – ABORDAGEM DAS CATEGORIAS DE ANÁLISE, TEMADIZADORAS DO ESTUDO DA FISIONOMIA DA PAISAGEM URBANA E O SISTEMA COMPLEXO DE EDGAR MORIN

Para o estudo em pauta sobre a fisionomia da paisagem do Alto e Médio Cursos Fluviais da Bd de Educando, dentre as principais categorias de análises que articularão com o paradigma da complexidade: o uso e ocupação do solo urbano, os serviços ambientais, os serviços ecossistêmicos, a geodiversidade (fisiografia fluvial), Área de Preservação Permanente (APP).

Em se tratando do Sistema Complexo e/ou o Paradigma da Complexidade de Edgar Morin que é um aporte teórico que cabe na discussão em pauta, Morin (1977) desenvolveu a “Nova Ciência” como um progresso do conhecimento, pelo fato de remeter ao desconhecido e ao incompreendido, além de permitir que se possa abordar outras técnicas e outros métodos em uma mesma análise.

O paradigma da complexidade é importante para pensar usando as análises das investigações voltados aos ambientes naturais que sofrem com os impactos antropológicos e naturais (HUPFFER; MALLMANN; WEYERMÜLLER, 2020; FERREIRA e RODRIGUES, 2012). Desse modo, a abordagem focará uma paisagem da Amazônia sob o ponto de vista dos Domínios da Natureza.

A Região Amazônica é assunto permanente nos debates, principalmente os que dizem respeito aos desmatamentos da floresta (florestas nativas, florestas das APP) que produzem inquietações sobre como reconhecer os desvios estruturais (TAVARES, 2021; CALENTANO *et al.*, 2018; MACHADO *et al.*, 2017).

O objeto de estudo são duas das três seções fluviais da Bd de educandos, cujo rio principal é o igarapé do Quarenta.

1.1 O uso e ocupação do solo urbano, as Áreas de Preservação Permanente e a geodiversidade de uma bacia de drenagem.

A categoria geodiversidade parte do princípio de que engloba tanto os aspectos físicos (geologia, geomorfologia, clima, solo, água, ar, fauna) como as ações humanas. Esse pensamento foi cunhado por Stefan Kozłowski na década de 1990, no decorrer da Eco-92 que ocorreu no Rio de Janeiro – Brasil, quando presidiu a delegação da Cúpula da Terra e, depois fez publicações importantes detalhando esse conceito com as obras de: 1999 (*Programme of geodiversity conservation in Poland*);

2004 (*Geodiversity. The concept and scope of geodiversity*). Nesse entendimento de que a geodiversidade é um campo de abrangência também sobre a compreensão do uso e ocupação do solo urbano e as APP de rios e de nascentes.

O uso e ocupação do solo urbano, em todos os sistemas hidrográficos da área urbana é apropriado por moradores locais, imigrantes, empresários donos de indústrias e comércio, infraestrutura urbana, não sendo observado a presença de pastos e agricultura.

Para Novo (1989) e Seixas (2018), o termo *uso e ocupação da terra* refere-se à utilização cultural da *terra*, distinto do termo cobertura da terra e/ou *land cover*, cujo significado é o revestimento da terra.

No Artigo 218 da Lei Orgânica do Município de Manaus para assegurar a plena efetividade das funções urbanas, o Poder Executivo, poderá utilizar e propor instrumentos jurídicos, tributários, financeiros e de controle do *uso e ocupação do solo urbano*.

Existe a necessidade de ampliar a oferta de habitação social e o acesso à *terra* urbana, fomentando a produção de novas moradias para as populações de média e baixa renda adequadas à qualificação ambiental da Cidade.

As APP de uma bacia de drenagem apresentam diversos aspectos. Pela vasta abrangência da geodiversidade a relação com o uso e ocupação é como o solo urbano, cuja fisiografia fluvial é um dos elementos importantes para análise.

A estruturação do espaço urbano visa propiciar a qualidade de vida da população, a valorização dos recursos ambientais da cidade e a otimização dos benefícios gerados no município de Manaus. Para isso é necessário atender às seguintes diretrizes: proteção das áreas de fragilidade ambiental e impróprias à ocupação, sobretudo nos fundos de vale e áreas de recarga dos lençóis de águas subterrâneas. (PLANO DIRETOR DE MANAUS, Art. 62, § 4º).

Para entender a geodiversidade de uma bacia de drenagem é preciso se debruçar na busca de literaturas clássicas e também atuais que nos levem ao conhecimento verdadeiro sobre cada especificidade do local estudado.

Observando o atual Código Florestal, Lei nº12.651 de 2012, Art. 3º, inciso II, para efeito desta legislação, define:

II – Área de Preservação Permanente – APP: Área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a

paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

Ao observar esta Lei 12.651/2012, o uso e ocupação solo deve ser bastante monitorada para que não ocorra uso indevido dos mananciais ali existentes. As APP se destinam a proteger solos, águas e matas ciliares. Nessas áreas só é possível o desmatamento total ou parcial da vegetação com autorização do governo federal e, mesmo assim, quando for para a execução de atividades de utilidade pública ou de interesse social.

Em longo prazo, reduzir o tamanho de APP na sua largura e extensão ou na exclusão de áreas frágeis hoje protegidas gera impactos ambientais irreversíveis, colocando, muitas vezes, a própria vida humana em risco. Mesmo com toda a evolução do conhecimento científico e tecnológico, os custos para restaurar essas áreas são extremamente elevados e nem todos os serviços ecossistêmicos serão plenamente recuperados (RECH FILHO, 2011).

Para derrubada de vegetação nas APP em perímetro urbano, o código orienta que se siga o previsto no plano diretor e as leis de uso e ocupação do solo do município, desde que observadas as restrições impostas pela lei ambiental.

Os limites das APP nas margens dos rios definidos pelo Código de 1965, que iam de 5 metros a 150 metros conforme a largura do curso d'água, contados a partir do *leito regular*, foram alvos de diversas alterações.

A dimensão das faixas de preservação mudou, veja como ficou com a aprovação do Novo Código Florestal:

- 1) As APP em cursos d'água (Lei 12.651/2012), conforme a **Tabela 01**.

Tabela 01: Limite das APP

Largura do rio	Distância da APP
Até 10m	30m
10 – 50 m	50m
50 – 100m	100m
200 – 600m	200m
Superior a 600m	500m

Org. autor, 2022

No caso de áreas rurais com mais de 10 módulos fiscais a mata deverá ter metade da largura do rio. Nesse caso, nunca menos de 30 metros, mas também não sendo necessário mais de 100 metros. No caso de rios urbanos que sofreram

intervenção humana será de 15m, pela Lei 6.766/79 que dispõe sobre o parcelamento urbano em normas complementares que definem uma faixa não edificável.

2) As APP no entorno de nascentes (Lei 12.651/2012), de acordo com a

Tabela 02:

Tabela 02: Limite nas nascentes

APP	Distância
Entorno de olho d'água e nascentes	50m

Org. o autor, 2022.

Atualmente, o Código Florestal (12.651/2012) considera as faixas marginais dos rios, lagos e córregos como áreas de proteção permanente. A proteção é vinculada à largura do curso d'água. A distância permitida para construção nas margens dos igarapés de 10m de largura é de 30 metros e de 50m para igarapés que tenham entre 10 a 50m de largura que será medida a partir do leito regular.

Lima e Zakia, (2000) e Teodoro (2007), acrescentam ao conceito geomorfológico da bacia de drenagem, uma abordagem sistêmica. Para esses autores as bacias de drenagens são sistemas abertos, que recebem energia por meio de agentes climáticos e perdem energia através do deflúvio. Podem ser descritas em termos de variáveis interdependentes, que oscilam em torno de um padrão, e, desta forma, mesmo quando perturbadas por ações antrópicas, encontram-se em equilíbrio dinâmico. Assim, qualquer modificação no recebimento ou na liberação de energia, ou modificação na forma do sistema, acarretará uma mudança compensatória que tende a minimizar o efeito da modificação e restaurar o estado de equilíbrio dinâmico.

O termo bacia de drenagem refere-se a uma compartimentação geográfica natural delimitada por divisores de água. Este compartimento é drenado superficialmente por um curso d'água principal e seus afluentes (FERNANDES, 1999; ATTANASIO, 2004).

Definida como uma área delimitada por um divisor de água que a separa das bacias adjacentes, a bacia de drenagem, serve de captação natural da água de precipitação através de superfícies vertentes. Por meio de uma rede de drenagem, formada por cursos d'água, ela faz convergir os escoamentos para a seção de exultório, seu único ponto de saída (BORSATO e MARTONI, 2004).

1.1.1 A paisagem e as Áreas de Preservação Permanentes (APP) nas bacias de drenagens.

Neste sentido é importante definir e formalizar este conceito de paisagem para que, a partir de então, este possa ser analisado, sem objeções de ordem etimológica ou epistemológica, no contexto da Geodiversidade.

Paisagem é uma das categorias geográfica, e o conceito a seguir faz parte da história da Geografia Francesa e, particularmente a que trata de George Bertrand. No final da década de 2000 os Bertrand fazem uma nova releitura do conceito de paisagem (BERTRAND e BERTRAND, 2009). Esses autores, ressaltam que não se deve confundir o conceito de paisagem com os estudos paisagísticos elaborados somente com o que o “olho alcança”.

Esses cientistas, enfatizam que a maioria dos estudos sobre a categoria paisagem se limitou, pelo menos implicitamente, a interpretação dualista: a paisagem é uma natureza-sujeito; a paisagem é uma natureza-objeto. Estas duas proposições são geralmente consideradas como contraditórias: o confronto entre culturalismo e naturalismo, ou seja, entre a filosofia e a filosofia materialista (BERTRAND e BERTRAND, 2009).

Com a tendência a busca da especialização na década de 1960, George Bertrand, geógrafo francês, descartou a idéia de que paisagem fosse um simples bloco de elementos geográficos; antes definiu-a como “combinação dinâmica, instável, dos elementos físicos, biológicos e antrópicos. A relação dos povos da Mesopotâmia com a paisagem se evidencia, por exemplo, no aproveitamento do regime de cheias dos rios, na observação do céu e estrelas, na construção de jardins ou na elaboração de leis e conhecimento agrícola.

Nessa concepção de paisagem como aquela que modifica sua fisionomia frequentemente, e a profundidade do entendimento vai mais do que o *olho alcança*, tem como um dos parâmetros de análise a partir das Áreas de Preservação Permanentes (APP).

As APP na instituição da Nova Lei Florestal, a Lei nº. 12651/2012, também chamada de Novo Código Florestal Brasileiro têm o objetivo de salvaguardar as florestas entre outras dos gradientes dos cursos d'água.

Os diversos conceitos apresentados nos dispositivos legais relacionados à delimitação de APP que visam proteger os cursos d'água *não apresentam clareza* que permita a implementação de políticas públicas capazes de garantir a efetiva preservação dos recursos hídricos.

Há entre os pesquisadores um consenso de que as áreas marginais a corpos d'água – sejam elas várzeas ou "*florestas ripárias*" – e os topos de morro ocupados por campos de altitude ou rupestres são áreas insubstituíveis em razão da biodiversidade e de seu alto grau de especialização e endemismo, além dos serviços ecossistêmicos essenciais que desempenham – tais como a regularização hidrológica, a estabilização de encostas, a manutenção da população de polinizadores e de ictiofauna, o controle natural de pragas, das doenças e das espécies exóticas invasoras (SILVA *et al.*, 2012).

As APP ficam em áreas mais frágeis ou estratégicas, como aquelas com maior risco de erosão de solo ou que servem para recarga de aquífero, seja qual for a vegetação que as recobre, além de terem papel importante de conservação da biodiversidade. Por se localizarem fora das áreas frágeis que caracterizam as APP as RL é um instrumento adicional que amplia o leque de ecossistemas e espécies nativas conservadas. São áreas complementares que devem coexistir nas paisagens para assegurar sua sustentabilidade biológica e ecológica em longo prazo (SILVA *et al.*, 2012).

O Código Florestal atual (2012) estabelece como APP: as florestas e demais formas de vegetação natural situadas às margens de lagos ou rios (perenes ou não); nos altos de morros; nas restingas e manguezais; nas encostas com declividade acentuada e nas bordas de tabuleiros ou chapadas com inclinação maior que 45°; e nas áreas em altitude superior a 1.800 metros, com qualquer cobertura vegetal. Os limites das APP para as margens dos cursos d'água variam entre 30 metros e 500 metros, dependendo da largura de cada um, contados a partir do leito maior. Também devem ser mantidas APP em um raio de 50 metros ao redor das nascentes e "*olhos d'água*", ainda que sequem em alguns períodos do ano.

As APP se destinam a proteger solos, águas e matas ciliares. Nessas áreas só é possível o desmatamento total ou parcial da vegetação com autorização do poder público e, mesmo assim, quando for para a execução de atividades de utilidade pública ou de interesse social.

Para derrubada de vegetação nas APP em perímetro urbano, o código orienta que se siga o previsto no plano diretor e as leis de uso e ocupação do solo do município, desde que observadas as restrições impostas pela lei ambiental. Apenas os órgãos ambientais federal e estadual, juntos e desde que comprovados a utilidade pública ou o interesse social do empreendimento e a inexistência de alternativa técnica ou de outro local para executá-lo, podem abrir exceção e autorizar o uso e até o desmatamento de área de preservação permanente rural ou urbana.

Em 1986, os congressistas aumentaram a distância mínima das APP de 05 metros para 30 metros a partir do leito regular (Lei 7.511) e, em 1989, a Lei 7.803 alargou outra vez esses limites, que passaram a ser contados a partir do leito maior dos cursos d'água.

As atividades humanas podem provocar mudanças em um longo período de tempo, a partir do momento que o uso da terra vai-se transformando, ou em um curto período quando a cobertura vegetal é retirada, as encostas são transformadas, e os canais fluviais são alterados.

Por ser a paisagem o resultado da combinação dinâmica de elementos físicos, biológicos e antrópicos que reagem dialeticamente uns com os outros, então é comum encontrar mudanças significativas no decorrer desses últimos 20 anos, nos cursos alto e médio da Bacia hidrográfica de Educandos.

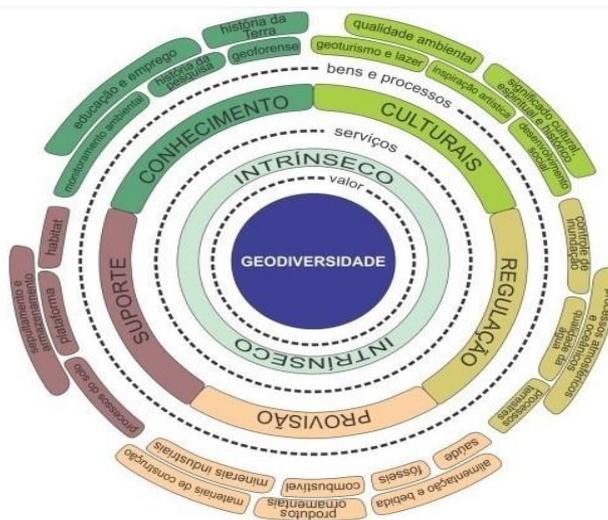
1.1.2 O conceito de geodiversidade aplicado ao estudo de sistemas hidrográficos

Geodiversidade é caracterizado ainda por representar o universo dos elementos abióticos do meio ambiente – como minerais, rochas, solos, águas, paisagens, entre outros – que compõem a diversidade natural do planeta, sendo a base do desenvolvimento da biodiversidade na Terra (NOBRE DA SILVA et al., 2016, p. 340).

Além de polonês Stefan Kolozwski, outro estudioso sobre a geodiversidade foi o de Gray (2004). Este determinou 06 valores e 32 subvalores para os elementos abióticos da natureza. Esta proposta tornou-se, ao longo da última década, uma das mais utilizadas em todo o Mundo ((NOBRE DA SILVA et al, 2016, p. 340).

Observe o diagrama simplificado do sistema de valores da geodiversidade de acordo com os serviços ecossistêmicos na **Figura 05**.

Figura 04: Diagrama simplificado do sistema de valores da geodiversidade.



Fonte: Silva, 2016 p. 343.

Essa “casca rochosa”, a crosta terrestre, tem um conjunto de características de composição, estruturas, formas de alteração física e química das rochas e formas (relevo), que caracterizam o que chamamos de geodiversidade (CPRM, 2010).

Geodiversidade é a variedade natural da superfície da Terra, referindo-se a aspectos geológicos e geomorfológicos, solos e superfície, águas, como a outros sistemas criados como resultado de processos naturais (endogênicos e exogênicos) e de atividade humana” (KOZLOWSKI, 2004).

De acordo com o diagrama do CPRM (**Figura 06**), o conceito de geodiversidade tem diversas aplicações (SILVA et al., 2008; FREIRE E LIMA, 2018, p 168).

Figura 05: Aplicações da geodiversidade



Fonte: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2008.

A geodiversidade e a fisionomia da paisagem desta Bacia de Drenagem estão intrinsicamente ligadas, uma vez que as diversas aplicações da geodiversidade envolvem os vários elementos da paisagem principalmente os do meio abióticos. A diferença entre a geodiversidade e a paisagem é que a paisagem representa todos os aspectos bióticos e abióticos do planeta incluindo os aspectos humanos intangíveis e sua visão antropogênica.

1.1.3 O uso e ocupação do solo e da terra nas bacias de drenagens urbanas

O levantamento do uso do solo e/ou da terra possibilita analisar a distribuição geográfica das tipologias de usos, identificadas através de padrões da terrestre. Diante disso, esse levantamento constitui uma importante ferramenta de planejamento e de orientação à tomada de decisão, assim é possível obter dados atualizado das formas de uso e ocupação do espaço na bacia hidrográfica.

Na maioria das bacias de drenagens as Áreas de Preservação Permanentes, não foram respeitadas para contribuir com o processo de produzir funções ecossistêmicas, e logo os serviços ecossistêmicos como ressalta Pacheco (2013):

A consequência da retirada de vegetação nas APP de rio (faixas justafluviais) e das nascentes, favorece o desgaste do solo desnudo que ao receber os impactos das chuvas vai liberar as partículas abrindo erosões que vão aumentando com o tempo. Em sendo esse processo nas áreas de sistemas hídricos, todo material erodido vai ser carregado para o leito dos canais fluviais e isto vai alterar a dinâmica fluvial, na medida que haverá mais carga do que um rio suporta no decorrer de sua tríade (erosão, transporte, deposição). Fator este que não ocorre quando a capacidade e a competência hidrográfica não fluem concomitante. (p.116).

A determinação do uso e ocupação do solo é na hoje constituído em uma importante ferramenta e subsídio à orientação e tomada de decisão. Devido ao acelerado processo de desenvolvimento da sociedade que tem deixado profundas marcas na superfície terrestre, exigindo desta forma, e com a mesma velocidade em que se processam essas transformações, a elucidação de forma sistemática de possíveis alterações da interferência do homem sobre o ambiente.

Quanto ao uso do solo: na Constituição Federal, artigo 30, é definido que o uso do solo é municipal. Porém, os Estados e a União podem estabelecer normas para

o disciplinamento do uso do solo visando a proteção ambiental, controle da poluição, saúde pública e da segurança (TUCCI, 2004).

1.2 A fisionomia da paisagem pelo uso e ocupação do solo implicadores da perdurabilidade ambiental às bacias de drenagem

O conceito de paisagem tem várias formas desde a o início da sistematização do conceito da geografia. A paisagem é uma categoria de análise da geografia, e a fisionomia desta é que será objeto desta pesquisa.

Sobre a fisionomia (*physiognomia*), é comum relacioná-la à geografia, a feição, característica ou aspecto de uma vegetação, relevo ou formas apresentadas na estrutura natural ou urbana.

Sobre a paisagem, Bertrand e Bertrand (2007) define:

A produção de uma paisagem é geralmente considerada como um processo tripolar no qual intervém um observador, um mecanismo de percepção e um objeto. A concepção de paisagem que se depreende assim progressivamente continua bastante vaga e incerta. Mais uma simples “noção” do que um conceito (p. 226).

As indicações dos autores mencionados dão sustentação teórica para entender os resultados do uso e ocupação do solo urbano nas áreas de uma bacia de drenagem, onde há consequência dependendo da interferência humana, somados a condição natural da dinâmica fluvial dentre outros fatores.

Em meio a tendências à especialização da década de 60, Bertrand, geógrafo francês, descartou que paisagem fosse uma simples junção de elementos geográficos; antes definiu-a como “combinação dinâmica, instável, dos elementos físicos, biológicos e antrópicos.

Entende-se como política de saúde nas cidades, as condições resultantes da posse da terra, acesso aos serviços públicos e outras condições usufruídas pelas pessoas integrantes da sociedade.

Na visão de Davidson (1992) e Pacheco (2011) *terra* é o espaço físico, lugar onde as populações humanas incrementam o modo de vida, constituindo seu bem de consumo, locação, propriedade ou forma capital e, também como o *locus* das complexidades dos distintos ecossistemas.

Os elementos que compõem a paisagem estão relacionados e interconectados de tal forma que os mecanismos de funcionamento que refletem na diversidade das

suas fisionomias são entendidos como decorrentes das relações de troca de energia e matéria entre esses componentes (DOS SANTOS; ANTUNES; ROSS, 2018).

Considerando Novo (1988); Rosa (2003) e Pacheco (2013), conceituam *terra* como a combinação do tipo de uso, as atividades, os assentamentos, as edificações, ou seja, a forma como espaço é organizado e produzido. Desse modo, o uso e *ocupação da terra* varia de acordo com a especificidade de cada local, incluindo o sistema de produção ao qual está inserido.

Analisando e acompanhando o mecanismo da organização espacial, o uso e a *ocupação da terra* são regulados pelo modo de vida e/ou atrelado a instância da *(re)produção do espaço na dialética do Estado e na perspectiva do mercado*, oriundo da competição entre as atividades produtivas resulta em preço, dependendo da localização sujeitar-se-á aos instrumentos administrativos e jurídicos (PACHECO, 2011, p. 72)

A partir do momento que o espaço se torna objeto de apreensão, em termos da filosofia da relação sujeito e objeto ele passa a ser uma essência em si, isto é, o objeto como descreveu Sartre: passa a ser imagem em nossa imaginação, no entanto, para objetivar o espaço, recorreremos a Física e Matemática para que seja representado e se materialize aos nossos olhos com o auxílio dos axiomas da geometria. É nesse momento, em que se materializa aos olhos do indivíduo, que surge a imagem da paisagem (SANTOS, 2010).

O *solo* e/ou *terra* é o elemento de uso direto das pessoas e dos sistemas naturais, assim como, a água que é fundamental à vida e, presente em estado líquido (superficiais - rios e lagos; e nos aquíferos e lençóis freáticos), sólido (calotas polares) e em forma de vapor na atmosfera (PACHECO, 2013).

Bertrand e Bertrand (2007) busca elementos para a definição da paisagem quando diz que a paisagem seria simplesmente aquilo que se vê? A paisagem não seria, como para Y. Lacoste, apenas uma “*visão das três dimensões, que em certo ponto de observação não pode ver tudo, porque certas partes do espaço estão cobertas*”? Mas se a percepção está, necessariamente, na origem da representação de uma paisagem, ela não basta para explicar esta última.

Para Orlando Ribeiro (2001), uma paisagem é um espaço acessível à observação. Esta processa-se hoje por meio que se tem multiplicado: subir ao cimo de

um monte ou de uma torre, desenhar, fotografar no solo ou de avião observar o relevo em estereoscopia, elaborar mapas por fotogrametria, perscrutar, a partir de um satélite, grandes faixas do globo ou mesmo um conjunto de um hemisfério.

O uso e a ocupação da terra estão intrinsecamente relacionados entre outros com o solo, vegetação, água (de precipitação, do escoamento e do reservatório natural). Por outro lado, esses fatores físicos dependem de suas gêneses como neste caso que o estudo das microbacias hidrográficas foi realizado em uma parte (microescala) do bioma Amazônico (PACHECO, 2013, p. 164).

Em seu papel como regulador climático em escala global, levanta-se a hipótese de que a floresta Amazônica ser um importante regulador dos balanços de energia e hídrico, e, por conseguinte a floresta pode exercer influência sobre a circulação atmosférica e precipitação regional (MARENGO, 2003).

Há muitas situações em que os gastos iniciais com a recuperação de um dado ecossistema são mais do que compensados pela produção de serviços ecossistêmicos, que beneficia diretamente o agente econômico que realizou os serviços ambientais de recuperação e proteção. Uma situação conhecida como “ganha-ganha” (PARRON *et al.*, 2015).

As indicações permitem sustentação teórica para entender os resultados do uso e ocupação da terra nas áreas de uma bacia de drenagem, onde há consequência dependendo da interferência humana, somados a condição natural da dinâmica fluvial dentre outros fatores.

1.2.1 A importância dos serviços ecossistêmicos e dos serviços ambientais para uma bacia hidrográfica urbana

Os serviços ecossistêmicos e ambientais são importantes para as bacias hidrográficas porque previnem e protegem o meio natural e favorecem a melhor qualidade de vida para os moradores locais.

As Áreas de Preservação Permanente, por sua vez, possuem a função de preservar os recursos hídricos, a paisagem, sociedade a estabilidade geológica, a biodiversidade, o "fluxo gênico de fauna e "flora, além de proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (RECH Filho, 2011).

As atividades humanas podem provocar mudanças em um longo tempo, a partir do momento que o uso da terra vai-se transformar, ou em um curto período

quando a cobertura vegetal é retirada, as encostas são transformadas, e os canais fluviais são alterados.

De acordo com a Política Nacional de Recurso Hídricos, estabelecida pela Lei N. 9.433 de 1997, a água é um recurso natural limitado e deve ser gerenciado a fim de proporcionar seus usos múltiplos, sendo prioritário o uso para dessedentação humana e de animais, desta forma, diferentes técnicas de tratamento têm sido avaliadas para tornar este recurso disponível e com a qualidade necessária para o consumo, de forma que a gestão sistêmica dos recursos hídricos ocorra sem a dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade da água.

Atualmente, está em risco a base de recursos do planeta, e novas invenções tecnológicas permitem-nos extrair recursos em taxas ainda maiores.

Geomorfologicamente o termo rio aplica-se exclusivamente para designar corrente *canalizada ou confinada*, ou seja, um corpo de água corrente confinada num canal, e podem ser efêmeros, intermitentes ou perenes. Sabe-se também que há canais sem águas que são chamados de rio.

Meio ambiente é domínio da ciência e, por conseguinte, será através do conhecimento técnico e científico que se poderão encontrar pontos de equilíbrios para cada atividade, para cada projeto, sem a pretensão de criar níveis artificiais para atender ao burocratismo do Estado (LIMA e SILVA, 2003; GUERRA, 2011).

Para alguns analistas ambientais e economistas, a abundância de um recurso é sempre mantida sob controle e jamais corre o risco de se esgotar totalmente, em geral, se a escassez de uma matéria-prima aumenta, seu valor sobe. Assim, valores em elevação não dizem respeito, necessariamente à escassez de recursos naturais.

Para Brunhes (1968), o conjunto dos fatos em que participa a atividade humana, formada em grupos verdadeiramente especial entre os fenômenos superficiais do nosso planeta; o estudo desta categoria de fenômenos geográficos dá-se o nome de geografia humana.

Os serviços ecossistêmicos de provisionamento (provisão), é o de produção de água doce, obtidos principalmente no ecossistema amazônico, por meio da evaporação direta dos igapós, evaporação da superfície foliar, transpiração vegetal e animal, vapor d'água advindo do oceano e ainda das inúmeras nascentes protegidas pela floresta (MACHADO e PACHECO, 2010).

Os *Serviços ecossistêmicos* foram divididos em 4 grupos ou categorias interligadas conforme **figura 06**:

Figura 06: Diagrama dos grupos dos serviços ecossistêmicos.



Fonte: MEA (2005). Org.: o autor.

Tratando dos serviços ecossistêmicos de regulação refere-se à regulação do clima e regulação da água atmosférica que se estende inclusive pela região amazônica como um todo.

Bertrand e Bertrand (2007), esclarecem que o conceito de ecossistema é a interpretação biológica da interface terrestre.

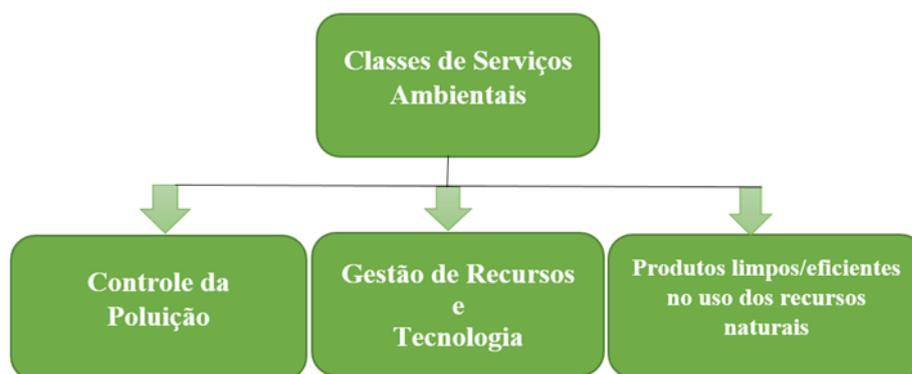
A falta dos serviços ambientais compromete a qualidade de vida no entorno de uma bacia hidrográfica e dessa forma, a cada dia a sociedade percebe que muitos bens e serviços oferecidos são imprescindíveis para a sobrevivência.

Os serviços ambientais devem servir para a preservação ou restauração de bens ou serviços, visando a continuidade da geração e dos benefícios nos ecossistemas.

As abordagens sobre a avaliação dos serviços ambientais ocorrem de diferentes abordagens. As mais comuns são baseadas em indicadores ecológicos, sociais e econômicos, têm como objetivo documentar e compreender as alterações ecológicas e, ao mesmo tempo, expressar de maneira simplificada processos que são complexos. Sob o aspecto ecológico, os indicadores são eficientes para caracterizar a composição, estrutura e função de sistemas complexos (ZEHN; ROUSTRAY, 2003 e PARRON *et al.*, 2015).

A classificação adotada pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), classifica em três classes os serviços ambientais: 1. Controle da poluição; 2. Gestão de recursos e tecnologia; 3. Produtos limpos no uso dos recursos naturais (**Figura 07**).

Figura 07: Diagrama da classe dos serviços ambientais



Fonte: OCDE. Org.: o autor

Segundo a EMBRAPA (2019), os serviços ambientais são aqueles serviços tais como a manutenção da qualidade e da quantidade de água, a capacidade dos ecossistemas de fornecer madeira, fibras e alimentos, a manutenção da estrutura e fertilidade e vida no solo, a mitigação da erosão e de inundações, a polinização, a beleza cênica da paisagem e os espaços para atividades de recreação e turismo.

Os serviços ambientais com alguns instrumentos econômicos aplicados na gestão da água e isto implica diretamente na organização dos sistemas ambientais que são igualmente sistemas complexos.

A água como um serviço ambiental importante está inserida no sistema hidrogeomorfológico representado pela bacia de drenagem, é o receptor final de materiais que circulam no sistema. Nas áreas urbanas, os resíduos industriais, o lixo urbano, e o esgoto doméstico quando atingem os rios comprometem o consumo de suas águas, exigindo maiores gastos no seu tratamento (GUERRA, 2011).

Segundo Parron *et al.* (2015), existe a possibilidade de pagamento por serviços ambientais que são prestados por agentes econômicos. Este instrumento de política ambiental vem sendo considerado como o mais eficaz em muitas situações de recuperação ou preservação de ecossistemas e seus serviços.

Essa abordagem de avaliação dos serviços ambientais de natureza subjetiva, muitas das vezes, colocam uma compreensão difusa nesse entendimento.

Assim, Parron *et al.* (2015), define que a avaliação do grau de contribuição dos serviços ambientais para o bem-estar humano não tem sido uma tarefa trivial. Além disso, a atual escala de intervenção antrópica na dinâmica dos ecossistemas pode alterar negativa e positivamente o fluxo de benefícios providos pelo sistema natural.

É importante proteger os serviços ambientais e dirimir dificuldades e passar a desenvolver ações para dificultar e impedir as ocupações irregulares como havia antes. Isso com a estruturação das ações de fiscalização dos órgãos ambientais com poder de polícia.

Para a manter a integridade das APP, uma série de condições ambientais devem ser mantida entre elas a conservação da vegetação que fica nas bordas dos igarapés.

A relação entre a vegetação e os mananciais exemplificam bem uma das definições para a diferença entre os serviços ambientais e serviços ecossistêmicos, segundo o qual os serviços ambientais designam um dos muitos serviços prestados pelos ecossistemas enquanto os serviços ecossistêmicos representam o conjunto dos serviços, que não podem ser separados em partes (WHATELY, 2008).

Existem inúmeras experiências de aplicação de destes instrumentos econômicos para a gestão da água de acordo com a aprovação de leis específicas por iniciativa tanto do executivo como do legislativo. Pode-se citar como exemplo as taxas de extração de água, cobrança pelo uso da água, cobrança pela emissão de efluentes e efluentes, cobrança pelo lançamento de água contaminada, subsídios ao usuário e responsabilização por danos à água.

1.2.2 Conceito de perdurabilidade ambiental aplicado ao estudo da bacia de drenagem urbana.

O uso e ocupação do solo e/ou terra podem ser observados nos mapas dos Capítulos II e III. Estes indicam a distribuição espacial da forma da ação antrópica que pode ser identificada pelos seus padrões homogêneos característicos na superfície terrestre através de análise em imagens de sensoriamento remoto. Essas informações quando atualizada é de grande importância ao planejamento e orienta à ocupação da

paisagem, respeitando sua capacidade de suporte e/ou sua estabilidade e vulnerabilidade.

Brandão (2016, p. 297-298), define perdurabilidade ambiental como *sistemas equilibrados que tem a capacidade harmoniosa de permitir que o sistema ambiental mantenha sua força produtiva resiliente pois disso depende a permanência da capacidade de preservação e conservação contínua do processo.*

Por isso, o conceito de perdurabilidade ambiental aplicado ao estudo da Bacia de drenagem em uma área urbana tem suas especificidades, pois difere muito de uma bacia de drenagem que está em uma área rural.

No âmbito das bacias de drenagem as encostas urbanas fornecem água e sedimentos para os canais fluviais, por isso as encostas têm sido o foco central da geomorfologia por meio do monitoramento da sua evolução e das taxas de perda do solo (GUERRA, 2009).

A encosta segundo Goudie (1985), é uma forma tridimensional produzida por intemperismo e erosão, com elementos basais, os quais podem ser de origem deposicional ou erosiva (GUERRA, 2009).

Vale salientar que um dos fatores da fisiografia mais drásticos que afetam o escoamento superficial e o escoamento da vazão dos rios urbanos é o uso do solo ou o domínio da terra.

Segundo Diegues (2010), a biodiversidade é um tema de interesse internacional, uma vez que começa a ganhar grande espaço também nas ciências sociais onde conceitos de etnociência, florestas culturais, sócioidiversidade, de conhecimento e manejo tradicional vieram a ser desenvolvidos.

Conforme Machado e Pachêco (2010,), o ciclo hidrológico tem uma função importantíssima para a permanência das espécies vivas, assim como, ao equilíbrio do ambiente biofísico-químico, tendo em vista ser o elemento água, vital para o meio ambiente. Desta forma, pode influenciar de maneira preponderante no regime fluvial desta bacia hidrográfica.

A conservação de florestas nestas áreas implica em uma maior provisão de vapor de água para a região Centro-Sul. Infelizmente, pouco entendimento tem resultado desta crise sobre a importância da manutenção da floresta amazônica para manter a capacidade geradora do país no futuro (MACHADO e PACHÊCO, 2010).

1.2.3 Ação antrópica pelo uso e ocupação do solo e/ou terra nas bacias de drenagens urbanas.

O estudo e mapeamento do uso do solo é importante principalmente para o planejamento territorial que delimita a capacidade de utilização do espaço.

Sobre o legado do século XX, são as duas heranças de morte: armas nucleares e a morte ecológica. O segundo é a possibilidade de morte ecológica. Desde os anos 70, descobrimos que os dejetos, as emanções, as exalações de nosso desenvolvimento técnico-industrial urbano degradam a biosfera e ameaçam envenenar irremediavelmente o meio vivo ao qual pertencemos: a dominação desenfreada da natureza pela técnica conduz a humanidade ao suicídio (MORIN, 2000).

No âmbito federal foi aprovada a Lei nº 6766 de 1979, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. A lei federal determina que cada estado e municípios podem estabelecer sua própria lei de uso e ocupação do solo, de acordo com as peculiaridades regionais e locais.

Segundo Botelho (2011), a água que chega no sistema hidrogeomorfológico representado pela bacia de drenagem, é o receptor final de materiais que circulam no sistema. Nas cidades, os resíduos industriais, o lixo urbano e o esgoto doméstico quando chegam nos rios comprometem o consumo de suas águas, exigindo maiores despesas no seu tratamento.

Acredita-se que a ação antrópica pelo uso e ocupação do solo nas bacias de drenagem principalmente em áreas urbanas descaracteriza de forma muito importante a borda que é a faixa justafluvial, as barras arenosas centrais, o gradiente topográfico, o talvegue e o dique marginal da rede de drenagem.

1.3 Bacias de drenagens urbanas e o caso de Manaus até o início do Século XXI.

Em Manaus os cursos d'água que cortam o sítio urbano tem sofrido nos últimos 40 anos, os efeitos negativos do assentamento desordenado devido à ausência de plano de ocupação prévia. A ausência de planejamento adequado acarretou várias situações nos igarapés da cidade (FORTES, 2010).

Em 2001 foi criada a Agência Nacional de Águas (ANA), de forma a complementar a estrutura institucional da gestão de recursos hídricos do país. É a entidade operacional do sistema com responsabilidade pela implantação da política

de bacia hidrográfica nacional de recursos hídricos e que detém o poder outorgante de fiscalização e de cobrança pelo uso da água.

O conceito adotado pela Agência Nacional de Águas (ANA) é que bacia de drenagem é a unidade territorial de caráter básico e fundamental para a implementação de Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e atuação do Sistema Nacional do Gerenciamento dos Recursos Hídricos.

Segundo Albuquerque (2010), variedades de problemas ambientais de qualidade e quantidade de água serão interrompidos ou resolvidos de forma eficaz, por meio de ações que visualizem a bacia de drenagem como um todo incluindo as atividades desenvolvidas na sua área de limites e os atores sociais que direta e indiretamente utilizem os recursos hídricos.

Para Bertalanffy (1968), o rio é classificado como um sistema aberto, pois troca energia e matéria com o meio circundante.

O rio urbano é complexo assim como uma rede de drenagem apresenta uma diversidade fisiográfica complexa. Nas áreas urbanas novos elementos são incorporados pelo homem que em consequência influenciam diretamente na dinâmica do rio.

Entende-se por bacia de drenagem a área territorial abrangida por um sistema fluvial hierarquizado, o qual está inserido numa linha divisora de águas, composto por um canal principal, seus afluentes e subafluentes (FORTES, 2010).

De acordo com o Plano Diretor da Cidade de Manaus no Cap. VIII (2014), a estratégia de construção da Cidade tem como objetivo geral compartilhar os benefícios sociais e ambientais gerados no Município e potencializar as atividades econômicas urbanas, para a implementação de uma política habitacional que democratize o acesso à terra e à moradia.

Conforme Lencastre; Franco (1984) e Rebello (2010), a bacia de drenagem pode ser definida como uma área topograficamente drenada por um curso de água, ou por um sistema interligado de cursos de água, de tal forma que todos os caudais efluentes sejam descarregados através de uma única saída a seção de referência da bacia (LENCASTRE; FRANCO, 1984; ALBUQUERQUE, 2010).

Assim, a cidade vai sofrendo com problemas do ponto de vista urbanístico, não só porque os barracos e as palafitas enfeiam a cidade, mas também porque é

gerador de doenças, sendo algo degradante, a qualidade de vida dessas pessoas fica comprometida, além dessa população comprometer o meio ambiente sujando as águas, derrubando ou retirando a vegetação nativa. São problemas sociais de várias ordens que surgem no processo de ocupação das áreas degradadas.

Nos projetos de desenvolvimento existem conflitos que assumem grande importância quando se trata do ambiente urbano desta bacia de drenagem. Como ambiente urbano terá que ser entendido também aqueles em que incorporam áreas limítrofes às cidades, submetidas a partir daí, à legislação de uso do solo dos municípios (LIMA e SILVA, 2003; GUERRA, 2011). De outro modo, Fortes (2010) afirma que:

Como as bacias hidrográficas abrangem uma extensão variável do território, verificando que as atividades econômicas exercidas, sejam elas agrícolas, industriais ou urbanas, sempre estão diretas ou indiretamente afetando acentuadamente suas características ambientais. Isto ocorre porque pouco se conhece a respeito das características básicas das nascentes, dos vales, tipos de solos e das unidades de vertente. (FORTES, 2010, p. 201).

Assim, reafirma que os estudos das bacias de drenagem são necessários para a implementação de medidas de controle, da preservação e da permanência de uma condição melhor na qualidade de vida para todos.

1.3.1 Bacias de Drenagens no Planeta, no Brasil e na Amazônia

Grande parte dos grandes rios do planeta está gravemente poluída, tornando improvável que todas as pessoas no futuro tenham água potável. O alerta é de um relatório da ONU sobre a condição dos mais importantes rios da Terra.

A Região Amazônica é caracterizada por terras baixas florestadas, de rica biodiversidade, além de contar com porte hídrico de destaque mundial. Abaixo desse conjunto florestal, são identificadas paisagens cársticas, resultado de uma complexidade de interações dos seus componentes naturais. Parte dessas paisagens encontram-se inseridas no contexto geológico-geomorfológico da bacia sedimentar do Amazonas, no qual se apresentam cavidades naturais subterrâneas, composta por rochas susceptíveis aos processos cársticos (FREIRE; LIMA, 2008,).

A Amazônia apresenta um conjunto de serviços ecossistêmicos tais como: a imensa biodiversidade, geodiversidade, como também, a sociodiversidade e

desmatando agridem-se todas estas dimensões e as consequências podem ser as mudanças no clima e nos sistemas como um todo (MACHADO e PACHÊCO, 2010).

Segundo Bertha Becker (2006) na Amazônia não há falta de recursos em água doce. Como é sabido a Bacia Amazônica contém a mais extensa rede hidrográfica do planeta com um total de 625.000 Km² desde sua nascente nos Andes peruanos.

A Bacia Amazônica contém um variado ecossistema e grande riqueza em termos de diversidade biológica e étnica. Inclui a maior extensão de floresta tropical da Terra, mais de 7 milhões de Km² e responde por aproximadamente um quarto das espécies animais e vegetais do planeta (MARENGO, 2003).

A Bacia Amazônica é o maior sistema fluvial do mundo, com 7,05 milhões de km² de extensão, compartilhado entre nove países. A planície de inundação, por exemplo, é considerada um dos ambientes menos conhecidos do mundo e um dos mais ameaçados pela atividade humana.

O rio Negro é o maior afluente da margem esquerda do rio Amazonas/Solimões. Suas águas de cor preta se encontram na confluência com as águas barrentas do canal principal desse rio (Solimões/Amazonas), próximo a cidade de Manaus, onde divagam lado a lado, sem se misturarem ao longo de 6 km.

1.3.2 Sistemas hidrográficos e/ou fluviais da Unidade de Terra Firme do Amazonas

Os sistemas hidrográficos têm uma grande participação na superfície terrestre. O objeto de estudo da hidrografia é a água da Terra, abrange, portanto, oceanos, mares, geleiras, água do subsolo, lagos, água da atmosfera e rios.

Dessa forma Melo e Tribau (2000) e Seixas (2018), atribuem que esses espaços geomorfológicos como as unidades da Formação Alter do Chão: Terra Firme; e Planície Amazônica/Várzea. A unidade de Terra Firme não está sujeita a frequência anual de transbordamento das águas dos rios no período da cheia fluvial, sobre seus platôs. Possuem uma alta composição heterogênea e dominância de espécies florestais, além de palmeiras e cipós.

Objetivamente a Terra Firme é uma categoria de análise, que se destaca pela exuberância da floresta, possui solo quimicamente pobre em nutrientes, muito intemperado, com fertilidade de baixa a média pH, ácido e com uma camada superficial de húmus, rapidamente lixiviada com a retirada da Floresta (SILVA, 2006; SEIXAS, 2018).

Segundo Pacheco (2011), a unidade de Terra Firme forma os faixas justafluviais denominados de platô de Terra Firme (topo plano), onde a vegetação é de grande porte onde há o maior índice de povoamento.

A Terra Firme de forma geral tem o papel de servir de abrigo aos moradores das várzeas quando as cheias fluviais sazonais cobrem parte ou todas as suas terras. Na medida em que os rios começam a baixar as cotas d'água de seus leitos, tudo que fora conduzido da Várzea é transportado de volta para esta Unidades (PACHECO, 2011).

A Terra Firme representada pela floresta ombrófila densa e aberta é o ecossistema de maior expressividade e de grande complexidade na composição, distribuição e densidade florística. Em se tratando de floresta em Terra Firme, grande maioria dos autores (SILVA e ROSA, 1989; PARADELLA *et al.*, 1994; ROLIM e NASCIMENTO, 1997; PEREIRA CONRADO, 2015, p. 22), cita:

A Floresta Ombrófila Densa normalmente está associada a latossolo distrófico, de baixa fertilidade. A Floresta ombrófila densa e aberta são similares, inclusive porque ambas ocorrem em diversos tipos de relevo (montanas, submontanas ou de terras baixas), porém a floresta aberta apresenta menor densidade de grandes árvores sendo que muitas são semidecíduais. Também possui número elevado de lianas e a ocorrência de muitas palmeiras.

Em se tratando dos solos desse ambiente, Lima (2001) e Silva (2017) o define com baixa fertilidade natural, baixo teor de silte e menos diversidade mineralógica, especialmente os latossolos, derivados de sedimentos mais antigos, mais pobres e mais bem drenados (LIMA, 2001; SILVA, 2017).

Na paisagem amazônica há de se ressaltar feições geomorfológica complexa. Uma delas é denominada Terra Firme recoberta por sedimentos do período terciário que, Daemon *et al.* (1975) identifica como Formação Alter do Chão (SILVA, 2017).

Sobre o conceito de Terra Firme alguns autores definem:

Na concepção desse ambiente (Terra Firme) é entrecortado, tanto por rios 37 com águas transparentes/claras, principalmente quando de origem do Brasil Central (cor verde-oliva - nas partes mais profundas e verde esmeralda nos trechos mais rasos), quanto por rios de água preta (cor marrom-café e/ou de infusão de chá) com gradiente longitudinal divagando sobre relevo bem plano e/ou peniplanície muito antigo, como o exemplo das áreas do rio Negro, de origem dos maciços guianenses (AB'SABER, 2002;

PACHECO, 2013 p. 28; STERNBERG 1998, p.22; SIOLI, 1985, p. 15; SILVA. M.C.O, 2017 p. 36-37).

As bacias de drenagens urbanas são marcadas pela diminuição do tempo de concentração de suas águas e pelo aumento dos picos de cheias, quando comparadas às condições anteriores a urbanização (BOTELHO, 2011).

Os padrões de drenagem referem-se ao arranjo espacial dos cursos fluviais, que podem ser influenciados em sua atividade morfogenética pela natureza e disposição das camadas rochosas, pela resistência litológica (CHRISTOFOLETTI, 1980).

1.3.3 A evolução demográfica nas bacias de drenagens urbanas de Manaus.

O município de Manaus está localizado na mesorregião da Amazônia central e na microrregião do Médio Amazonas, Região Norte do Brasil — setor central da bacia Amazônica — sua geomorfologia é representada por um baixo planalto que se desenvolve na margem esquerda do Rio Negro, compondo na paisagem, a zona de confluência deste rio com o rio Solimões/Amazonas (Encontro das Águas).

A cidade de Manaus é entrecortada por mais de 130 igarapés cuja extensão alcança mais de 200 km distribuídos em 13 Bacias, abrigando cerca de 800 mil habitantes. As principais dessas bacias hidrográficas são os igarapés de São Raimundo e Quarenta. Nessa última, a mais densamente povoada, vivem cerca de 580.000 habitantes ocupando a área mais antiga e central da cidade (FROTA Filho, 2013).

Manaus é a capital do estado do Amazonas e está localizada na Região Norte do Brasil, cercada por uma floresta equatorial, com clima sempre quente e úmido. Esta floresta é uma formação heterogênea de grande densidade apresenta uma estratificação completa com árvores que atingem até 60 metros. As folhas são perenes e latifoliada. Encontrada em mata de terra firme, mata de várzea e mata de igapó.

Este estudo está localizado e presente após a depressão amazônica, no baixo planalto e mais especificamente na Planície Amazônica, no chamado médio Amazonas na confluência com o rio Negro.

O Município de Manaus, de acordo com o Art. 238 e 239 da Lei Orgânica, se obrigará a manter uma reserva de terras para atender às necessidades de construção

de novos equipamentos urbanos em áreas de ocupação de interesse social. A ação do município com referência à ocupação do solo urbano, deverá orientar-se para ampliar o acesso a lotes mínimos, dotados de infraestrutura básica e servidos por transporte coletivo.

Segundo Fortes (2010), de toda maneira, a realidade ambiental da cidade de Manaus reflete as formas de relacionamento da comunidade com os igarapés, o qual não tem valorizado e/ou preservado os recursos hídricos.

De acordo com Brunhes (1948, p.18), as cidades, mesmo as mais modernas, e a força das cidades antigas, gradualmente vão se adaptando às necessidades da circulação. Para este, tudo se *transforma ao nosso redor; tudo diminui e cresce. Não há nada verdadeiramente imóvel. O nível do mar, marca universal e tradicional para medir alturas é uma linha média puramente fictícia e frequentemente instável.*

Segundo Botelho (2011), as intervenções antrópicas nos cursos d'água que se processaram notadamente nas grandes cidades brasileiras, geraram um novo quadro urbano, nova paisagem urbana, com novos elementos e nova dinâmica.

As edificações e infraestruturas nesta bacia de drenagem estão concentradas na faixa justafluvial direita com intensidade maior no alto curso.

1.3.4 A evolução das ocupações irregulares nas nascentes das bacias de drenagens

As ocupações irregulares, presentes nas nascentes das bacias de drenagens é uma frequência com ocorrência desde os tempos pretéritos e se intensificou nos dias atuais com o crescimento das grandes cidades.

Algumas legislações estaduais de recursos hídricos estabelecem critérios para a outorga do uso da água, mas não legislam sobre a outorga relativa ao despejo de efluentes de drenagem. A legislação ambiental estabelece normas e padrões de qualidade da água dos rios através de classes, mas não define restrições com relação aos efluentes urbanos lançados nos rios. A ação dos órgãos estaduais de controle ambiental é limitada devido a falta de capacidade dos municípios em investir neste controle. Portanto, não existe exigência e não existe pressão para investimentos no setor (TUCCI, 2004).

O primeiro Código Florestal Brasileiro foi instituído pelo Decreto nº 23.793 de 23 de janeiro de 1934, revogado depois pela Lei 4771/1965, que instituiu o Código

Florestal Vigente. Tanto a legislação original como todas as alterações subsequentes levaram em consideração os conhecimentos científicos até então disponíveis.

Os conceitos relativos ao uso e ocupação da terra para Araujo filho (2007) e Leite e Rosa (2012) são muito próximos, por isso, muitas vezes são usados indistintamente. Cobertura da terra está diretamente associada com tipos de cobertura natural ou artificial, que é de fato o que as imagens de sensoriamento remoto são capazes de registrar. Imagens não registram atividades diretamente. Cabe buscar as associações de reflectâncias, texturas, estruturas e padrões de formas para derivar informações acerca das atividades de uso, a partir do que é basicamente informações de cobertura da terra (ARAUJO FILHO *et al.*, 2007; LEITE e ROSA, 2012).

As transformações que a sociedade humana impõe às redes de drenagens situadas na área urbana as tornam cada vez mais suscetíveis de danos de toda natureza uma vez que, na maioria das vezes, não há uma fiscalização mais efetiva das áreas de proteção permanente e demais elementos da bacia.

Sobre a técnica e o espaço Pierre Georges (1974) e Santos (2006) definem:

A influência da técnica sobre o espaço se exerce de duas maneiras e em duas escalas diferentes: a ocupação do solo pelas infraestruturas das técnicas modernas (fábricas, minas, carriéres, espaços reservados à circulação) e, de outro lado, as transformações generalizadas impostas pelo uso da máquina e pela execução dos novos métodos de produção e de existência (PIERRE GEORGES, 1974, p. 13; SANTOS, 2006 p.19).

Dessa forma Georges (1974), analisa que ocupação do solo está diretamente ligada a infraestrutura usando técnicas modernas que tem como consequência transformações importantes nos métodos de produção.

Porto *et al.* (1999), constroem uma narrativa sobre a retirada da cobertura vegetal das áreas próximas aos cursos d'água:

Supõe que uma área seja constituída por floresta cujo solo é coberto por folhas e galhos, que durante as maiores precipitações evitam que o escoamento superficial atinja o curso d'água num curto intervalo de tempo, evitando assim uma enchente. Se esta área for desflorestada e seu solo compactado ou impermeabilizado, aquela chuva que antes se infiltrava no solo, pode provocar enchentes nunca vistas. Entretanto, esse fator não tem influência sensível nas maiores enchentes catastróficas (PORTO *et al.*, 1999, p. 03).

Na Bd de Educandos é comum verificar ocupação irregular nas áreas de preservação permanente, isto devido a complacência do poder público durante os vários governos que se seguiram, inclusive com a colmatação de nascentes.

A ocorrência de cheias ou o transbordamento das águas dos canais fluviais é fenômeno natural, característico das áreas de baixo curso dos rios e responsável pela formação das planícies e terraços aluviais (GUERRA, 2011).

Estas ocorrências de transbordamento das águas dos canais, impactam diretamente na qualidade dos serviços ambientais ali presentes.

1.3.5 Considerações sobre a Bacia de drenagem de Educandos.

A paisagem natural vem sendo modificada ao longo do tempo. Os espaços ainda não transformados são os considerados inóspitos como os desertos, montanhas, florestas e regiões polares. Neste caso particular da Bd de Educandos existe uma grande transformação por estar inteiramente em área urbanizada, principalmente no seu alto curso.

Estudos realizados até o ano 2000 apontam que a geodiversidade da Bd de Educandos sofreu alterações importantes que impactaram na dinâmica da bacia de drenagem.

Na ocupação da cidade de Manaus, principalmente a partir do século XVII, o igarapé do Quarenta, como outros cursos d'água, foram importantes, pois serviram como rede de circulação do homem amazônico, desde sua grande integração com o sistema fluvial em vários aspectos: habitat, alimentação, transporte, lazer (ARAÚJO, 1974; PACHECO, 1999).

A Bd de Educandos, como outros sistemas fluviais, por estar numa área mais distante do centro da cidade,

Até o final da década de sessenta, tornava-se um atrativo de lazer escolhido pelos manauaras para tomar banho nos finais de semana, para pescar e para uso doméstico de que morava nas proximidades, já que na época só havia água canalizada no centro da cidade (PACHECO, 1999).

A Bd de Educandos, de acordo com a classificação de Davis, no escoamento global, é definida como sendo do tipo *endorréica*, pois sua drenagem é interna e não possui escoamento até o mar (CHRISTOFOLETTI, 1980).

O mecanismo previsto na legislação brasileira para o gerenciamento externo das cidades é o Plano de Recursos Hídricos de Bacias. No entanto, dificilmente no referido Plano será possível elaborar os Planos de drenagem, esgotamento sanitário e resíduo sólido de cada cidade contida na bacia (TUCCI, 2004).

1.3.6 Breve histórico sobre o Igarapé do Quarenta.

Os rios e igarapés tem sido alvos das intervenções humanas há muito tempo, desde o surgimento das primeiras comunidades. O igarapé do Quarenta é o rio principal da Bd de Educandos que pertence a Sub-bacia do rio Negro e, este a Bacia hidrográfica do rio Solimões/Amazonas.

Pelo relato de moradores antigos, o canal principal, o igarapé do Quarenta, a partir de 1998, se denomina canal do japiim, tinha mais de dois metros de profundidade (PACHECO, 1999, p. 10).

A ocupação da rede de drenagem do igarapé do Quarenta não obedeceu de forma efetiva o “Plano Diretor Urbano e Ambiental do Município de Manaus” de 16 de janeiro de 2014 (Lei nº 02 Título I, p. 01). Este é o instrumento básico da política urbana e ambiental nos termos do Estatuto da Cidade formulada com base em vários princípios como por exemplo pelo cumprimento das funções sociais e ambientais da cidade e da propriedade urbana, assim como dos espaços territoriais especialmente protegidos.

As áreas próximas das bordas dos igarapés estão sendo devastadas e poluídas numa velocidade assustadora. Sabe-se que algumas cidades terão sérios problemas com o abastecimento de água nas próximas duas décadas.

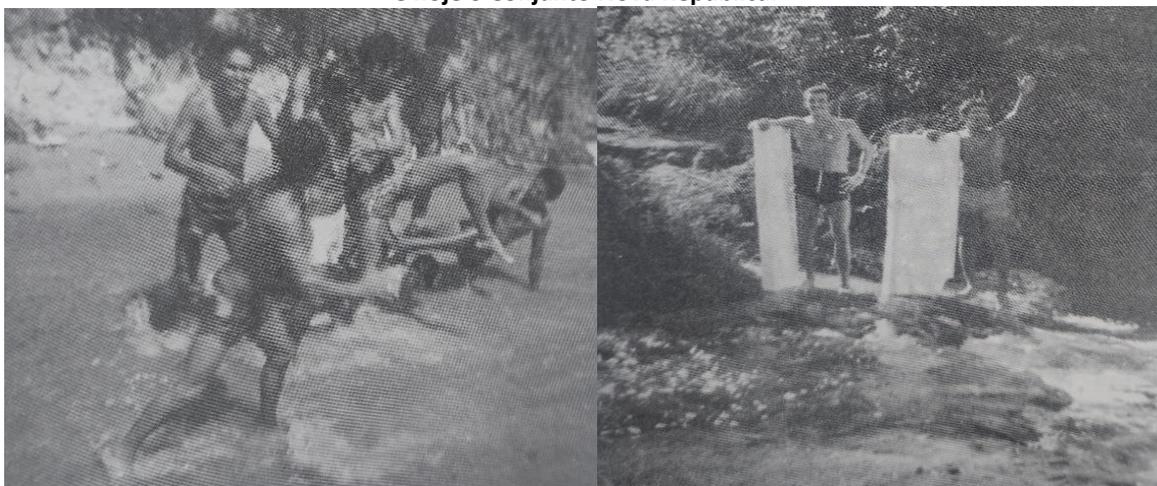
Partes e peças de carros, eletrodomésticos, dejetos urbanos, lixo hospitalares e outros elementos são facilmente encontrados nos rios. Entretanto, os piores poluentes são o derramamento de esgotos industriais e residenciais.

As enchentes temporárias decorrentes pela urbanização, em geral, ocorrem em bacias de pequeno porte, de alguns quilômetros quadrados. A tendência da urbanização é de agravar a inundação de montante para jusante na macrodrenagem urbana, devido às características de relevo (TUCCI, 2001).

O escoamento superficial das águas da chuva aumenta consideravelmente nas regiões onde a vegetação foi removida, favorecendo assim sua capacidade erosiva.

Segundo Machado e Pacheco (2010) quando se fala em mudanças climáticas, logo se pensa mais na questão da temperatura do que no regime das chuvas na Amazônia, contudo o ciclo hidrológico bem como a formação da chuva é um serviço ecossistêmico mais palpável para se discutir, com proposições para os povos que vivem na floresta. No mosaico das imagens veja a recreação no igarapé do Quarenta, chamado antigamente neste local de igarapé da Cachoeirinha, no Conjunto Nova República que foi construído posteriormente (**Figura 08**).

Figura 08: Diversão no igarapé do Quarenta nos anos 1970 na rua Alberto Carreira nas proximidades onde é hoje o Conjunto Nova República.



Fonte: Santana Neto, 2008, p.64 e 80.

A geodiversidade assim como paisagem desta Bacia de drenagem nos anos 70 e 80 tinha o aspecto com pouca interferência humana importante, quando os jovens moradores das proximidades onde hoje é o bairro Japiim e Coroado participavam de incursões na floresta nativa do local para diversão e recreação neste igarapé.

1.3.7 A ação antrópica na paisagem da geodiversidade na Bacia de drenagem de Educandos e sua influência na dinâmica fluvial

Muitas das transformações das paisagens ocorrem de maneira indireta, sem intenção deliberada, como a destruição das matas pela chuva ácida. Quanto maior o desenvolvimento tecnológico, maior é o grau de interferência dos seres humanos sobre a paisagem. As transformações desta Bd de Educandos são percebidas principalmente ao longo dos anos 2000 a 2020 de forma bastante elementar uma vez que ocorrem até os dias de hoje. As duas décadas que compreendem as mudanças na

fisionomia da paisagem foi a mais dinâmica em termos de ocupação do espaço e de transformação da paisagem.

No que se refere às bacias de drenagens urbanas, os processos hidrológicos são semelhantes aos desenvolvidos em âmbito natural. Diferem-se no funcionamento e evolução. Nas cidades aumentam as superfícies impermeáveis (pavimentação asfáltica, concreto etc.), o relevo é modificado pelos elementos urbanos (relevo tecnogênico), e altera-se a velocidade do escoamento superficial, que se torna rápido (FORTES, 2010).

As transformações da paisagem no espaço-tempo da Bd de Educandos são muitas e diversificadas, uma vez que nesses últimos anos ocorreram ocupações humanas importantes, principalmente no alto curso desta bacia hidrográfica.

A paisagem é um objeto socializado, uma imagem que só existe através do fenômeno fisiológico da percepção e de uma interpretação sociopsicológica. Aqueles que lidam com a floresta e os pastores vivem duas imagens diferentes, senão contraditórias, da mesma floresta (BERTRAND; BERTRAND, 2007).

O conceito de espaço geográfico é elaborado como sendo o resultado das maneiras de como os homens organizam sua vida e suas formas de produção. O que se testemunha atualmente é uma devastação em grande escala nas APP e nos mananciais de água, de toda a cidade de Manaus, em especial na Bd de Educandos.

Entre os geógrafos há um consenso de que a paisagem, embora tenha sido estudada sobe ênfases diferenciadas, resulta da relação dinâmica de elementos físicos, biológicos e antrópicos (MAXIMIANO, 2004). As obras de canalizações realizadas em rios urbanos são frequentes pelo poder público, uma vez que se fazem necessários para que sejam evitados problemas sociais e de infraestrutura urbana como fica observado na **Figura 09**:

Figura 09. Principais obras de canalização realizadas em rios urbanos

Obra	Objetivo	Procedimento
Alagamento e aprofundamento da calhas	Aumenta a capacidade da água no canal	Consiste na ampliação da seção transversal do canal através do alargamento aprofundamento da calha
Retificação dos canais	Reduzir a altura do nível das cheias pelo aumento do gradiente do leito, e por conseguinte, a velocidade da vazão	Consiste na redução da extensão do curso de água pela construção de canais artificiais e eliminação de meandros
Construção de diques	Aumento da capacidade do canal e proteger cidades adjacentes ao rio	
Remoção de obstáculos do canal	Diminuir a resistência hidráulica e aumentar a velocidade dos débitos pela remoção das obstruções	

Adaptado de Cunha (20013)

A consequência da retirada de vegetação nas APP de rio (faixas justafluviais) e das nascentes, favorece o desgaste do solo desnudo que ao receber os impactos das chuvas vai liberar as partículas abrindo erosões que vão aumentando com o tempo. (PACHECO, 2013).

Essa forma de intervenção nos cursos d'água influenciam diretamente na dinâmica fluvial estabelecendo novos paradigmas em relação ao padrão de drenagem.

1.4 O Paradigma da Complexidade de Edgar Morin na geodiversidade da paisagem de uma bacia de drenagem

A abordagem é dirigida para o estudo das categorias geográficas presente no estudo das bacias hidrográficas urbanas, à luz das *obras geográficas* em específico na Teoria da complexidade de Edgar Morin que desenvolve a seguinte lógica: o homem deve ser integrado entre os seres naturais à teoria do complexo na defesa da unidade da Ciência.

Dessa forma, a fisionomia da paisagem dessa Bd está integrada interagindo de forma complexa com os diversos meios presentes. Esta é uma discussão teórica referente as categorias de análises que conectam o tempo-espaço no ambiente da fisionomia da paisagem nos cursos alto e médio da Bd de um rio urbano.

O paradigma da complexidade transpassa a fisionomia dessa geodiversidade da bacia de drenagem na forma mais elementar ao se deparar com a ordem da natureza anterior, com a desordem ocasionada pelas mudanças naturais do tempo pela interferência do homem e pela nova ordem estabelecida após interações entre os diversos elementos da paisagem.

1.4.1 A bacia de drenagem e o Paradigma da complexidade de Edgar Morin.

A ciência geográfica evidencia que, desde os tempos pretéritos do conhecimento e mesmo antes na sua antiguidade, a Geografia sempre procurou compreender o espaço geográfico, ou seja, o espaço do homem por ele transformado e adaptado ao espaço cultural, no caso a fisionomia da paisagem.

A bacia fluvial é composta por um conjunto de canais de escoamento inter-relacionados que formam a bacia de drenagem, definida com a área drenada por um determinado rio ou por um sistema fluvial (CHRISTOFOLETTI, 1980)

O método de abordagem para este estudo aplicadas nas categorias de análise mostra uma nova forma de ver paisagem de uma bacia de drenagem. Este método

esclarece que tudo está interligado e pelas inter-relações a desordem se organiza em uma nova ordem que neste estudo está representado pelos novos bairros e edificações que pressionam as Áreas de Proteção Permanentes e igarapés.

Segundo Cunha e Guerra (2015, p. 97) a bacia de drenagem *é uma área da superfície terrestre que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para uma saída comum, num determinado ponto de um canal fluvial.*

Edgar Morin, propõe uma epistemologia da complexidade, q qual rompe com a matriz moderna, propondo um novo posicionamento do indivíduo diante da realidade e uma nova forma de conhecimento. Assim, opõe-se diretamente a ciência moderna que se funda, segundo ele, em um paradigma da simplificação que, tem como princípios a disjunção, a redução e a abstração (MENUZZI, 2010, p. 218).

Primeiro que o pensamento complexo nos leva a eliminação da simplicidade, e onde o pensamento simplificador falha ele aparece, mas faz parte dela tudo que tem ordem, clareza, distinção, e precisão no conhecimento. (MORIN, 2011, p. 8-9).

Há que se fazer uma releitura, tendo-se em vista a teoria da bacia de drenagem internacional, estabelecida *pela International Law Association*, em 1966, mas, somente incorporada ao Direito Internacional, de maneira ampla, através da Convenção sobre a *Utilização dos Rios Internacionais para Fins Distintos da Navegação* (ONU, 1997).

Segundo Christofolletti (1980, p. 04-05), a densidade de drenagem é uma resposta à hidrologia da área. As redes de drenagem, as vertentes, as praias, os canais fluviais, são exemplos de sistemas morfológicos, nos quais se podem distinguir e medir as variáveis geométricas e as de composição.

De acordo com o estudo de Bertrand e Bertrand (2009, p. 221) *“a complexidade da paisagem é ao mesmo tempo morfológica (forme), constitucional (estrutural) e funcional, e não devemos tentar reduzi-la, dividi-la”.*

Nessa perspectiva, Christofolletti (1980) e Sartorio e Coelho (2019) também considera as bacias como sistemas não isolados, pois envolvem uma série de subsistemas, como por exemplo o sistema vertente, dos canais fluviais e as planícies de inundação, em que ocorre troca de matéria e energia constantemente. A própria bacia corresponde a um subsistema, pois faz parte de uma das etapas do ciclo da água na Terra (CHRISTOFOLETTI, 1980; SARTORIO e COELHO, 2019, p.714).

Assim, a geodiversidade da paisagem da bacia de drenagem se distingue com conceitos específicos de acordo com os autores da geografia física, geografia humana e outras ciências.

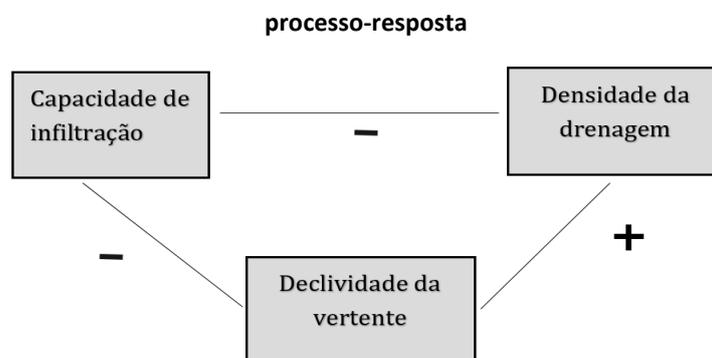
“A paisagem é um termo pouco usado e impreciso, e por isto mesmo, cômodo, que cada um utiliza a seu bel prazer na maior parte das vezes com um qualificativo de restrição que altera seu sentido” (BERTRAND e BERTRAND, 2007, p.33).

Assim, para que haja organização é preciso que haja interações, para que haja interações, é preciso que haja encontros, para que haja encontros, é preciso que haja desordem (agitação, turbulência (MORIN, 1977).

Nesse contexto da paisagem da bacia de educandos fornece a impressão de que uma grande complexidade nos permite compreender suas relações com a natureza e a sociedade que pertence ao seu meio.

Sobre a capacidade de infiltração das bacias hidrográficas, Christofoletti define que na capacidade de infiltração de uma área haverá aumento do escoamento superficial e da densidade de drenagem o que reflete em maior declividade nas vertentes, isso irá dificultar a capacidade de infiltração e aumentar o escoamento superficial (CHRISTOFOLETTI, 1980, p. 05). **Figura 10.**

Figura 10. Diagrama das relações estabelecidas pela retroalimentação em circuito em um sistema de



Fonte: CHRISTOFOLETTI, 1980, p. 05. Org. autor

A ocupação de um ambiente em constante transformação, como as planícies, onde os processos de erosão e deposição atuam segundo escalas horárias, exige que qualquer tipo de ocupação seja precedido de um planejamento que contemple uma ampla base de dados bióticos e abióticos (DA SILVA FRANÇA, 2007).

Todo universo é um cocktail de ordem, de desordem e de organização. Estamos num universo donde não se pode afastar o imprevisto, o incerto, a desordem. Devemos viver e tratar com a desordem (MORIN, 2011).

Na obra de Edgar Morin (2011, p. 20) “*o sistema aberto está na origem de uma base termodinâmica que necessita da noção de sistema fechado que não dispõe de fonte energética/matéria exterior a si próprio*”.

Os rios constituem os agentes mais importantes dos materiais intemperizados das áreas elevadas para as mais baixas e dos continentes para o mar (CHRISTOFOLETTI, 1980. p.65). Para Morin (2011) o rio e o sistema aberto:

O rio por ser um sistema aberto defende que ao mesmo tempo, a noção de sistema aberto faz apelo a noção de meio ambiente e aí surge não só a *physis* como fundamento material, mas o mundo como horizonte de realidade mais vasta, abrindo-se para além, ao infinito. (MORIN, 2011, p. 38):

Para melhor entender um sistema complexo, Morin (1977) define que, é um sistema como unidade global organizada de interdependências entre elementos, ações e indivíduos. O objeto já não é a forma-essência e/ou uma matéria-substância. A ideia de forma é conservada, mas transformada.

A *ordem a desordem e a organização* são interdependentes e nenhuma é prioritária. A ideia de tetragrama não é de modo algum análoga à fórmula do tetragrama do monte Sinai que dá as tábuas da Lei. É ao contrário, um tetragrama que diz: eis as condições e os limites da explicação (MORIN, 2011).

A um primeiro olhar, a complexidade é um tecido de constituintes heterogêneas inseparavelmente associadas, ela coloca o paradoxo do uno e do múltiplo. Para entender melhor são ações, interações, retroações, determinações, acasos que constituem nosso mundo fenomênico. (MORIN, 2011).

Morin (2011) diz que cabe ao pensamento que dissipe as incertezas e as obscuridades, que ponha ordem e clareza no real, que revele as leis que os governam. Para esse cientista (MORIN, 2011, p. 33) “*A ideia de complexidade estava muito mais espalhada no vocabulário corrente do que no vocabulário científico*”.

Ele prega a necessidade de desenvolver uma epistemologia da complexidade que possa convir ao conhecimento do homem. Em seus escritos deixa evidente a

busca, ao mesmo tempo, da unidade da ciência e da teoria da mais alta complexidade humana (MENUZZI, 2010).

A palavra complexidade, designa *a nossa confusão, a nossa incapacidade de definir de maneira simples, nomear de maneira clara, de pôr ordem nas nossas ideias*, e o complexo não pode resumir-se apenas na palavra complexidade. As revoluções do pensamento são sempre fruto de um abalo generalizado de um movimento em turbilhão que vai da experiência fenomênica aos paradigmas que organizam a experiência. O que aprende a aprender é o método. (MORIN, 1977, p. 23-24).

Ele diz: *Eu não trago o método nem parto à procura do método. Não parto com o método, parto com a recusa, plenamente consciente, da simplificação*. Nesta perspectiva, esse autor entende que não dá para ceder ao pensamento simples, uma vez que defende a necessidade de se ter *um princípio de conhecimento que não só respeite, mas também revele o mistério das coisas* (MORIN, 1977, p. 23-25).

Na obra *o Método I, a Natureza da Natureza*, a discussão se dá em torno da origem da palavra método. No seu entendimento significa *“o caminho”*. Morin (1977, p. 25) pelas diversas interpretações que permitem entre os quais *aceitar caminhar sem caminho, e fazer o caminho no caminhar* (caminhante no hay caminho).

Para o estudo em pauta se tem clareza de que é neste *caminho* que se vai compreender como é construída e reconstruída a fisionomia da paisagem em uma bacia de drenagem formadora de engrenagens multifacetada e dinâmica.

O entendimento e a análise da geodiversidade da fisionomia da paisagem de uma bacia de drenagem urbana remetem a necessidade de reconhecimento e identificação das interações presentes. Dessa forma torna-se importante conhecer os conceitos das categorias de análises deste trabalho representados pela fisionomia, paisagem, bacia de drenagem, uso e ocupação do solo e/ou terra, serviços ecossistêmicos, serviços ambientais, área de preservação permanentes.

Para o estudo dos domínios da natureza na Amazônia é necessário observar a geodiversidade da Amazônia, do Amazonas e especificamente a Bd de Educandos, com um olhar mais focado nos sistemas hídricos urbanos.

Desta forma, observa-se que no caso da drenagem urbana que envolve o meio ambiente e o controle da poluição a matéria é de competência concorrente entre Município, Estado e Federação. A tendência é de os municípios introduzirem

diretrizes de macrozoneamento urbano nos Planos Diretores urbanos, incentivados pelos Estados (TUCCI, 2004).

Dentro deste aspecto para analisar a fisionomia da paisagem antes deve-se realizar o embasamento teórico das categorias tematizadas para o estudo à luz das obras geográficas, mais especificamente a Teoria da Complexidade de Edgar Morin. Delimitar na rede hidrográfica na seção alta e média as áreas de preservação permanente de rios e de nascentes e nesta a sua fisionomia pelo uso e ocupação do solo nos últimos 20 anos. Elaborar a carta de inventariamento geográfico com dados da fisiografia atual dos cursos fluviais e a situação dos serviços ambientais importantes na perdurabilidade ambiental.

Ao compreender este capítulo percebe-se que na caracterização da fisionomia da paisagem de uma rede de drenagem urbana, os elementos da área de estudo através da delimitação das áreas de preservação permanentes são importantes para a manutenção dos serviços ambientais e ecossistêmicos fundamentais para a perdurabilidade ambiental.

No próximo capítulo é possível compreender melhor através da delimitação na rede de drenagem as áreas de Preservação Permanentes (APP) de rios e de nascentes e nesta pode-se compreender a fisionomia da paisagem pelo uso e ocupação do solo e/ou terra nas últimas duas décadas do século XXI.

CAPÍTULO II - A CARACTERIZAÇÃO DA FISIONOMIA DA PAISAGEM NA GEODIVERSIDADE DOS IGARAPÉS NOS LIMITES DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTES EM UMA BACIA DE DRENAGEM URBANA EM MANAUS

O contexto de abordagem desse capítulo é a fisionomia da paisagem a partir do uso e ocupação do solo urbano do território hidrográfico da Bacia de drenagem (Bd) do igarapé do Quarenta (leito fluvial principal) e as implicações frente as legislações: para se habitar em uma área urbana municipal especificada para o fim, assim como as ambientais regulamentadoras das proteções de sistemas naturais.

Para tratar da paisagem como a principal categoria geográfica, a abrangência não conta apenas os elementos até onde olhos alcançam, uma vez que:

A paisagem é um sistema...

A mais simples e a mais banal das paisagens é ao mesmo tempo social e natural, subjetiva e objetiva, espacial e temporal, produção material e cultural, real e simbólica etc. A enumeração e a análise separada dos elementos constitutivos e das diferentes características espaciais, psicológicas, econômicas, ecológicas etc. não permitem dominar o conjunto. A complexidade da paisagem é ao mesmo tempo morfológica (forme), constitucional (estrutura) e funcional, e não devemos tentar reduzi-la dividindo-a. (BERTRAND e BERTRAND, 2007, p.221).

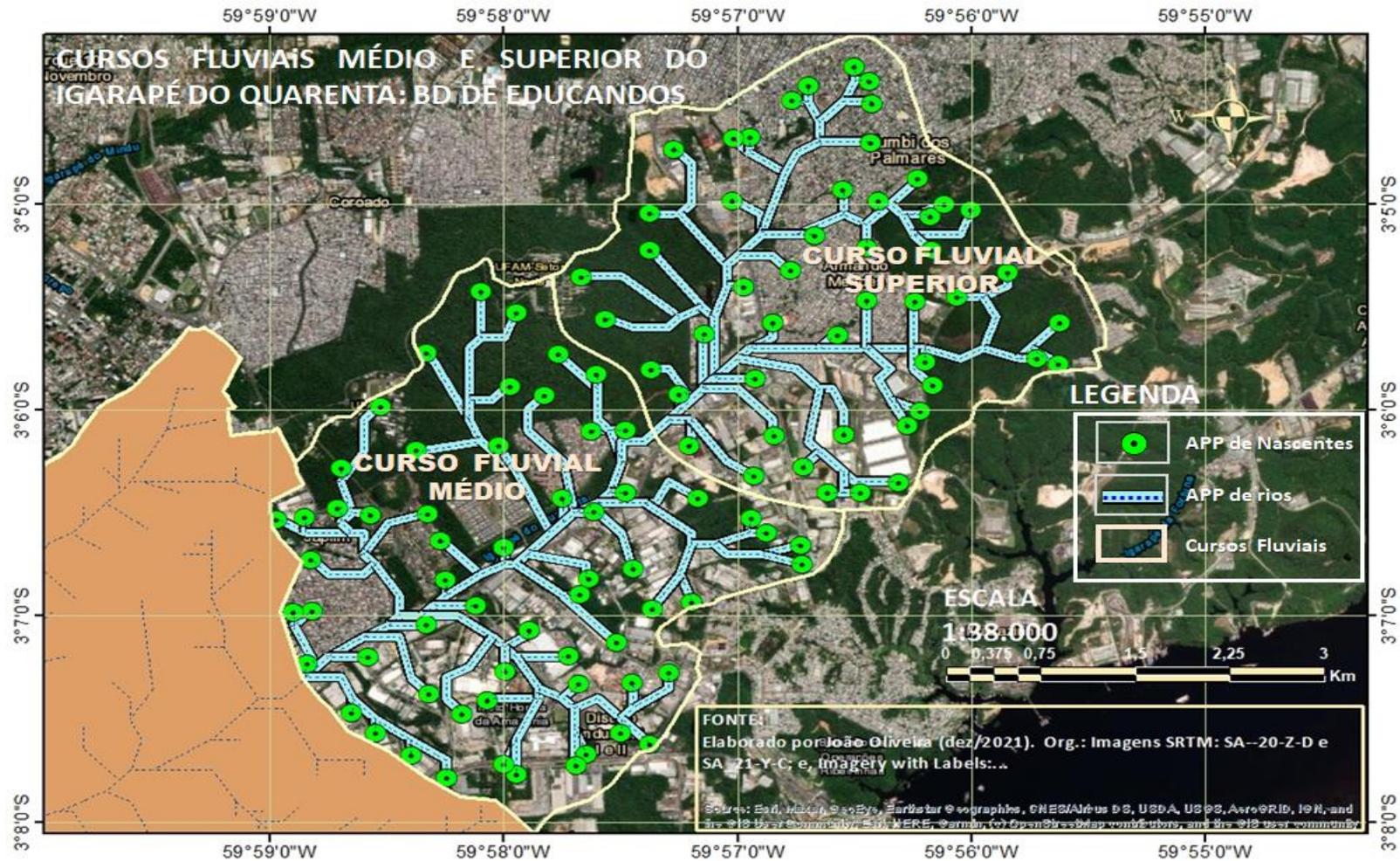
Para o entendimento do processo na constituição de uma dada paisagem como a do estudo, além dos dados registrados na delimitação do objeto de estudo, há contextos importantes de serem abordados, entre os quais, aportes teóricos pertinentes: à ciência geográfica; aos ramos científicos que articulam com a Geografia; às legislações (**Quadro 05**) que tratam da espacialização no uso e ocupação do solo urbano, em território de sistema fluvial, dentre outras as voltadas para o município de Manaus.

Entre as primeiras legislações que se vai tecer os argumentos a partir dos dados será a respeito das Áreas de Preservação Permanente (APP), tópico a seguir e o **Mapa 03**.

Quadro 05: Legislações de aporte para o uso e ocupação do solo urbano dos cursos médio e superior da Bd de Educandos

Lei nº 14.285, de 29 de dezembro de 2021	Altera as Leis nºs 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, 11.952, de 25 de junho de 2009, que dispõe sobre regularização fundiária em terras da União, e 6.766, de 19 de dezembro de 1979, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano, para dispor sobre as áreas de preservação permanente no entorno de cursos d'água em áreas urbanas consolidadas.
Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012	Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n. 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis n. 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001).
Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012	Altera a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Altera as Leis: nº 6.938, de 31 de agosto de 1981; nº 9.393, de 19 de dezembro de 1996; e nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Revoga: as Leis nº 4.771, de 15 de setembro de 1965; e 7.754, de 14 de abril de 1989; a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; o item 22 do inciso II do art. 167 da Lei nº 6.015, de 31 de dezembro de 1973, e o § 2º do art. 4º da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.
Decreto nº 4.648, de 12 de novembro 2019	DISPÕE sobre a Rede Nacional para a Simplificação do Registro e da Legalização de Empresas e Negócios - REDESIM no Município de Manaus e Regulamenta os procedimentos para o licenciamento da atividade mercantil e concessão de Alvará de Funcionamento, nos termos da Declaração de Direitos de Liberdade Econômica, e dá outras providências.
Lei nº 13.465, de 11 de julho de 2017	Dispõe sobre a regularização fundiária rural e urbana, sobre a liquidação de créditos concedidos aos assentados da reforma agrária e sobre a regularização fundiária no âmbito da Amazônia Legal; institui mecanismos para aprimorar a eficiência dos procedimentos de alienação de imóveis da União; altera as Leis...
Decreto nº 28.678, de 16 de junho de 2009	Regulamenta a Lei nº 3.167, de 27 de agosto de 2007 (que reformula as normas disciplinadoras da Política Estadual de Recursos Hídricos e do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências).
Lei Complementar nº 14, de 17 de janeiro de 2019	ALTERA a Lei Complementar nº 2, de 16 de janeiro de 2014, que dispõe sobre o Plano Diretor Urbano e Ambiental do Município de Manaus e dá outras providências.
Lei Complementar nº 7, de 25 de julho de 2016	ALTERA a Lei Complementar nº 2, de 16 de janeiro de 2014, que dispõe sobre o Plano Diretor Urbano e Ambiental do Município de Manaus e dá outras providências.
Lei complementar nº 02 de 16 de abril de 2014	Dispõe sobre o Plano Diretor Urbano e Ambiental do Município de Manaus e dá outras providências.
Lei nº 2.402 de 16 de janeiro de 2019	Altera a Lei n. 1.838, de 16 de janeiro de 2014 que dispõe sobre as normas de Uso e Ocupação do Solo no município de Manaus, e dá outras providências.
Lei nº 1.838, de 16 de janeiro de 2014	Dispõe sobre as Normas de Uso e Ocupação do Solo no município de Manaus, e dá outras providências
Lei Complementar nº.004, de 16 de janeiro de 2014	Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano do município de Manaus, e dá outras providências.
Lei nº 1.401, de 14 de janeiro de 2010	Dispõe sobre a criação e a divisão dos bairros da cidade de Manaus, com estabelecimento de novos limites, e dá outras providências.
Lei nº 605 de 24 de julho de 2001.	Institui o Código Ambiental do município de Manaus e dá outras providências

Mapa 03. Áreas de Preservação Permanente de Rios e de Nascentes da Bd de Educandos.



Org. Joao Oliveira, 2022

2.1 A delimitação das Áreas de Preservação Permanente de rios e de nascentes no médio e alto curso da bacia de educandos

As medidas utilizadas para as APP de rios são de 30 metros (rios até 10m largura), pois tem a função de abrir a discussão voltada aos sistemas fluviais que modelam a cidade de Manaus e o uso e ocupação do solo urbano.

A pertinência regional se faz importante devido ao local aguçador dessa abordagem: a bacia de drenagem (Bd) de Educandos e as implicações para o elemento principal da geodiversidade que é a fisiografia fluvial dos cursos superior e médio:

No que diz respeito aos delimites medianos de Área de Preservação Permanente (APP) de rios e de nascentes, a fim de subsidiar as análises das seções fluviais Superior e Médio da Bd de Educandos se baseou em Delgado (2022, p.124). Esta autora estudou a seção fluvial inferior do igarapé do Quarenta (Bd de Educandos) e calculou as APP de 30 metros tanto para as de rios como as de nascentes. Delimitou, seguindo as orientações da legislação do município de Manaus para utilizar o Código Florestal:

Art. 23. Na etapa de consulta prévia de localização também será avaliado se o imóvel está inserido, ainda que parcialmente, nos limites de Área de Preservação Permanente – APP, conforme Lei Federal nº 12.651, de 2012, para atividades passíveis de licenciamento ambiental, ou em áreas verdes e institucionais, sendo nestes casos a consulta de viabilidade inicialmente indeferida. (MANAUS. Decreto Municipal nº 4.648, de 12/11/2019).

Da mesma maneira que fez Delgado (2022), o estudo em pauta também fez da mesma forma, pois não se obteve resultados sobre a existência da aprovação de uma lei municipal que contemplasse os delimites de APP.

O entendimento sobre a ausência de lei para esse fim, parte do princípio de que o referido código federal (Lei nº.12.651 de 25/05/2012), com alterações no mesmo ano de aprovação (Lei nº 12.727 de 17/10/2012), e há menos de um ano da conclusão deste estudo (Lei nº 14.285, de 29/12/2021), deve representar para o município de Manaus um suporte para suas legislações, em específico para aquelas que tratam sobre os parâmetros de uso e ocupação do solo urbano e rural e relação com os sistemas da natureza.

A representação no **Mapa 03** da medida calculada parece fugir do estabelecido no Código Florestal, mas o intuito é mostrar o que diz a lei e, como se encontra o uso e ocupação do solo urbano no território hidrográfico da Bd de Educandos:

Lei nº12.651 de 25 de maio de 2012

Redação dada pela Lei nº 12.727, de 2012.

Art. 3º [...]

II - Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas;

DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

Da Delimitação das Áreas de Preservação Permanente

Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:

I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012) :

a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;

b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;

c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;

d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;

e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;

IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros; (Redação dada pela Lei nº 12.727, de 2012).

V - as encostas ou partes destas com declividade superior a 45º, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive;

Lei nº 14.285, de 29 de dezembro de 2021

§ 10. Em áreas urbanas consolidadas, ouvidos os conselhos estaduais, municipais ou distrital de meio ambiente, lei municipal ou distrital poderá definir faixas marginais distintas daquelas estabelecidas no inciso I do caput deste artigo, com regras que estabeleçam:

I – a não ocupação de áreas com risco de desastres;

II – a observância das diretrizes do plano de recursos hídricos, do plano de bacia, do plano de drenagem ou do plano de saneamento básico, se houver; e

III – a previsão de que as atividades ou os empreendimentos a serem instalados nas áreas de preservação permanente urbanas devem observar os casos de utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental fixados nesta Lei.” (NR).

Se confrontar com as legislações citadas ou com a delimitação de 30 metros a situação de uso e ocupação do solo urbano atual conflitará.

O igarapé do Quarenta é o leito principal, na área longitudinal retificada pela engenharia chega até 400 metros nas duas faixas justafluviais, transversalmente a média é de 20 metros. Seguindo a partir daí, embora com modificações por terraplanagem para cobrir a borda com calçadas cimentada e via asfaltada, o leito fluvial de escoamento não recebera alteração da engenharia.

Na medida que se segue para montante do curso fluvial médio até o marco de jusante do curso fluvial superior o referido igarapé vai tendo o perfil transversal reduzido em uma média de 08(oito) metros.

Há algumas razões para esse “apertamento” transversal: nas bordas e dentro do canal fluvial estão edificadas residências irregulares; e, conjuntos de casas e apartamentos que serão demonstrados na caracterização da referida seção fluvial.

Quando se continua o percurso para as nascentes principais do Alto curso fluvial o adensamento urbano chega a comprometer (assoreamento, canalização, extinção de canais e nascentes), pois é o local onde estão bairros de ocupações irregulares ao planejamento urbano.

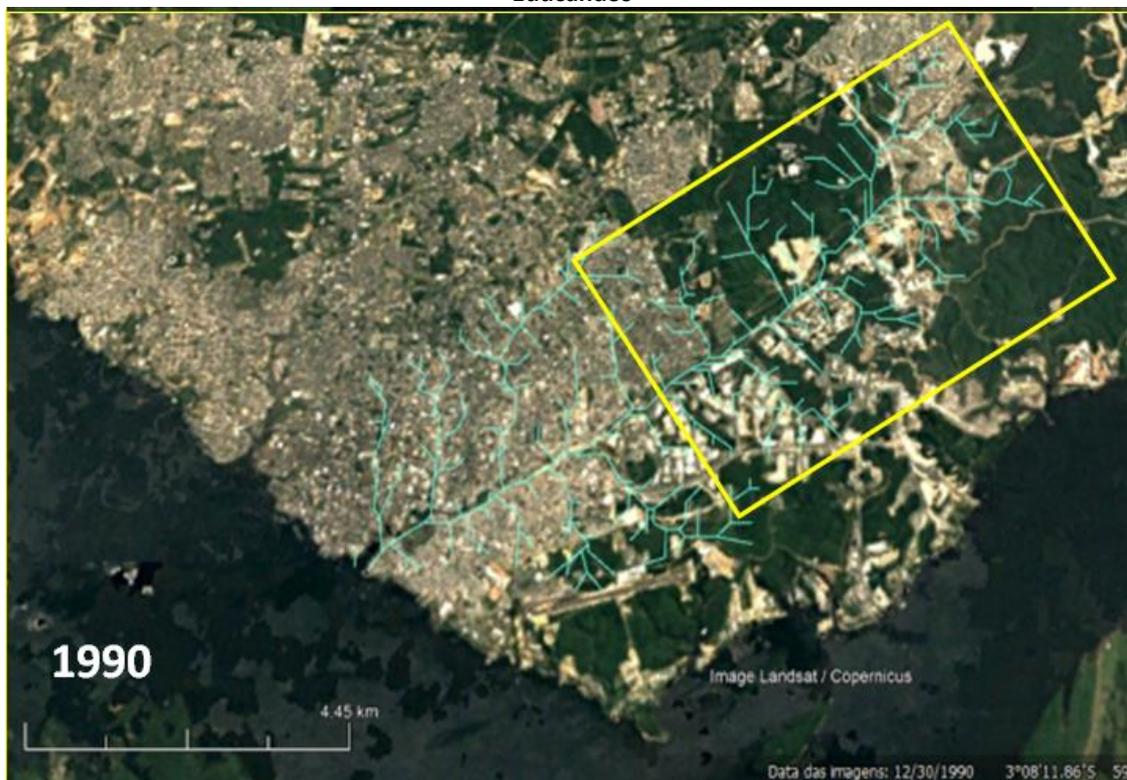
Esta descrição mais o processo de uso e ocupação do solo em temporalidades distintas (1984, 1990, 2000, 2010, 2021) demonstram a situação dos cursos fluviais médio e superior (**Figuras 11 a 15**):

Figura 11: Mosaico Temporal da fisionomia da paisagem de 1984 nos Cursos Médio e Superior da Bd de Educandos.



Fonte: Org. J. Oliveira (2021). Imagens: U.S. Geological Survey; Landsat Copernicus de 30/12 de 1984

Figura 12: Mosaico Temporal da fisionomia da paisagem de 1990 nos Cursos Médio e Superior da Bd de Educandos



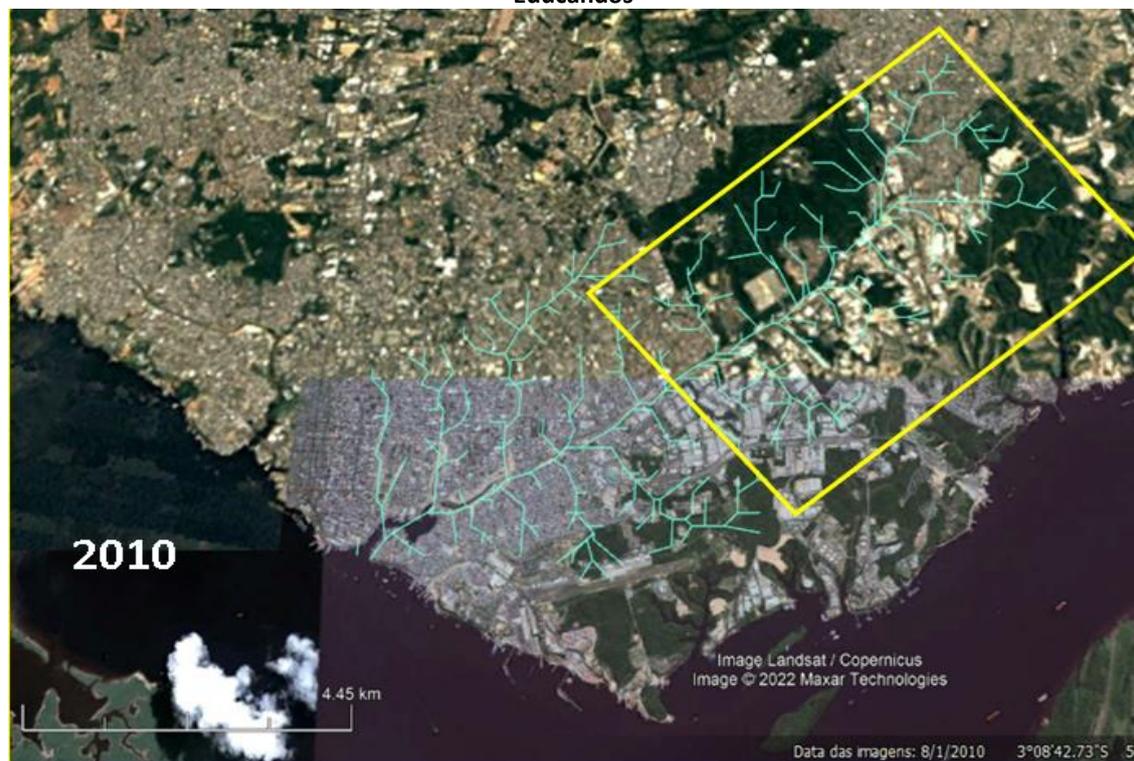
Fonte: Org. J. Oliveira (2021). Imagens: U.S. Geological Survey; Landsat Copernicus de 30/12 de 1990

Figura 13: Mosaico Temporal da fisionomia da paisagem de 2000 nos Cursos Médio e Superior da Bd de Educandos



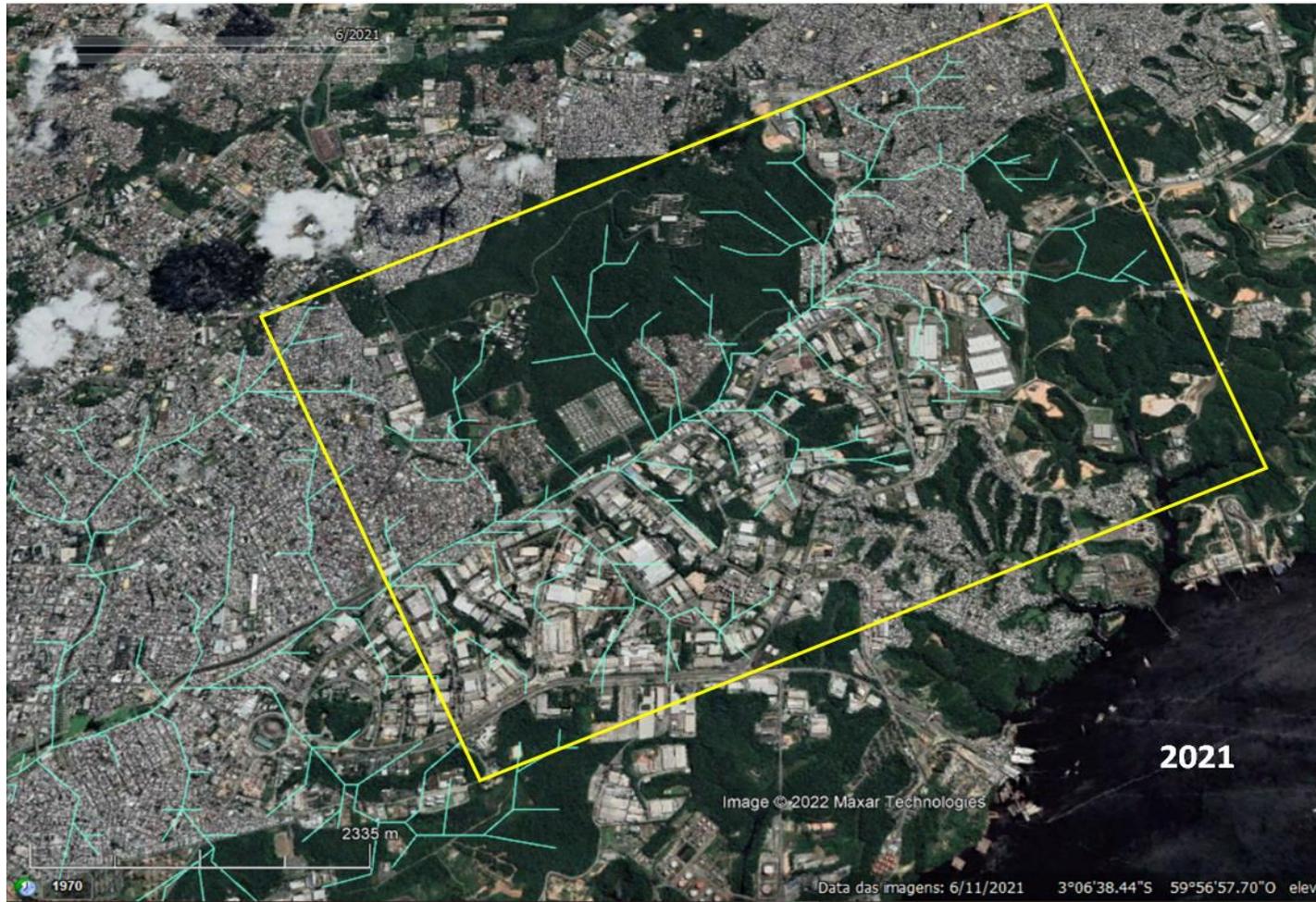
Fonte: Org. J. Oliveira (2021). Imagens: U.S. Landsat/Copernicus; Maxar Technologies de 30/12/2000.

Figura 14: Mosaico Temporal da fisionomia da paisagem de 2010 nos Cursos Médio e Superior da Bd de Educandos



Fonte: Org. J. Oliveira (2021). Imagens: U.S. Landsat/Copernicus; Maxar Technologies de 30/12/2010.

Figura 15: Mosaico Temporal da fisionomia da paisagem de 2021 nos Cursos Médio e Superior da Bd de Educandos.



Fonte: Org. J. Oliveira (2021). Imagens: U.S. Landsat/Corpenicus; Maxar Technologies de 11/06/2021

A configuração da paisagem descrita dos macros-elementos e o mosaico representado em uma escala temporal sem padrão de intervalos visíveis mostra o avanço sobre um dos constituintes principais da geodiversidade, a fisiografia fluvial da Bd Educandos, nas suas seções fluviais do Alto e Médio (**Figuras 11 a 15**). A fim de que o estudo explique esse avanço, no tópico a seguir se faz uma descrição histórico-geográfico.

2.1.1 Elementos da paisagem na área de estudo da bacia hidrográfica de Educandos

São descritos apresentando elementos produzidos pela natureza, como matas, igarapés, árvores e morros; elementos humanizados produzidos pela ação humana como casas, prédios, ruas, pontes, canalizações de igarapés, iluminação e indústrias.

2.1.1.1 Característica dos macroelementos da paisagem que incidem sobre os cursos fluviais Médio e Alto da Bd de Educandos

Considerando que a paisagem tem sua fisionomia alterada, justamente porque a (re)organização espacial é dinâmica, logo complexa, pois está além do que os *olhos enxergam*, como delimita contextual desse estudo selecionou-se macroelementos urbanos. Essa descrição não serve para referendar os impactos sobre o sistema hidrográfico de Educandos, mas para abordar os impasses entre o uso e ocupação do solo urbano diante das necessidades, das infrações, e a *cegueira da justiça/imparcialidade* frente às legislações.

Assim sendo, os principais macroelementos do urbano definidos neste estudo são os bairros de Manaus que delimitam o território dos cursos fluviais e/ou seções fluviais de estudo (**Mapa 04**):

No **Curso Fluvial Médio**, estão localizados parte dos bairros: Japiim (uma pequena parte do Sul está no curso fluvial inferior); Coroado (a outra área está fora da Bd de Educandos); e Distrito Industrial I (esse bairro abrange também uma pequena área no norte do curso fluvial inferior e a outra no sul do curso superior). Em linhas gerais esses bairros delimitados pela Lei Municipal nº 1.401, de 14/01/2010 (*Dispõe sobre a criação e a divisão dos bairros da cidade de Manaus, com estabelecimento de novos limites, e dá outras providências*), têm a seguinte geografia histórica:

i) **Bairro do Japiim** (Divisão Distrital Zona Sul), constituído sobre uma área de 547,63 hectares. Tem como data de fundação o dia 31 de março de 1969. A denominação atribuída de *Japiim* ao bairro, decorre da presença de pássaros da

espécie Japiim (*Cacicus cela*), na época encontrados em grande quantidade nessa área, devido ao sistema natural (floresta, solo, clima, água nos gradientes fluviais) que lhe dava o suporte para o habitat.

31 de Março também é o nome do conjunto residencial, o qual foi atribuído em homenagem a data da Revolução de 1964. O bairro e esse conjunto foram constituídos na época da implementação do Parque Industrial de Manaus (década de 1960). A instituição que realizou a construção nas proximidades desse parque foi a Companhia Habitacional do Amazonas (COHAB-AM). Entre os primeiros quatro condomínios da referida companhia, está o *31 de Março*. A sua construção advém da organização do solo urbano de Manaus, a partir do Plano Diretor de 1965 e do Planejamento Habitacional, intencionado em alocar os trabalhadores da instalação do referido parque, mas sobretudo para justificar o alocamento para as famílias do desmonte definitivo (Decreto Estadual do Amazonas nº 168 de 1965) da Cidade Flutuante (BARBOSA,2009; CANTANHEDE, 2015);

ii) **Bairro do Coroado** (Divisão Distrital Zona Leste I), possui 1.031.62 hectares de área. A sua espacialização se deu sobre terras da união, constituída de sistemas naturais primários, no caso pertencente a Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Os conflitos foram muitos para a desocupação, assim como para garantir a ocupação do solo urbano sem planejamento de ordem pública como conta o próprio processo de ocupação:

- No ano de 1975, o ministro Henocho da Silva Reis ao assumir o governo do Amazonas, desapropriou a área por necessidade social, mas somente após essa gestão pública (1979) é que se conseguiu verbas para efetuar o pagamento das terras desapropriadas da UFAM, pelo então governador José Bernardino Lindoso. Este governo deu início à urbanização do bairro, dotando-o de infraestrutura básica, todavia a desapropriação não fora sancionada pelo Poder Público;

- No ano de 1983, Gilberto Mestrinho de Medeiros Raposo assumiu o governo do Amazonas, e sancionou a lei de desapropriação das terras em questão, criando a política de titulação aos moradores do bairro do Coroado até o ano de 2010, já somam mais de 50 mil pessoas. A cada etapa que os moradores conquistavam, costumavam festejar de forma ruidosa, com festas de forró e outras músicas. Barbosa (2009, p.83), cita a Circular em Comemoração aos 36 anos do

Bairro do Coroado, da Agremiação Recreativa Banda do Lambão em 2007, onde versa que o bairro recebeu esse nome por inspiração da novela de grande sucesso da Rede Globo, nos idos dos anos de 69/70, cujo título era *Irmãos Coragem*, história decorrida na fictícia *Vila dos Coroados*;

Ainda escreveu Barbosa (2009), a pesquisa realizada não conseguiu uma única informação exata sobre o dia e mês da fundação do bairro. O que se tem nos registros da Associação de Moradores é a realização de uma Assembleia Geral, onde votaram pelo dia 12 de outubro para os festejos de aniversário. Essa datação (12/10/1971) é justificada pelos moradores mais antigo, como a data em que algumas pessoas receberam lotes de terra do governador do Amazonas, Coronel João Walter de Andrade, sem desapropriar de fato, uma vez que pertencia por documento a UFAM.

Nesse bairro, no limite com o bairro Armando Mendes (Av. Autaz Mirim) e dentro da Área de Proteção Ambiental Floresta Manaós (APA FLOMa) há um loteamento com nome de Conjunto dos Industriários. Não há um padrão de prédios, pois tanto há térreos ocupados por moradias, bem como por empresas do Distrito Industrial.

Pacheco (1999), caracterizou essa área, por ter instalado uma estação de coleta de dados de temperatura e de chuva, onde escreveu que nessa época havia algumas empresas mais próximas da avenida, e estavam sendo vendidos lotes de terra. Naquele ano (1998) registrou apenas poucas casas sendo construídas de tijolos, algumas instalações sem portas, o solo totalmente desnudo e, pouca vegetação na borda do canal fluvial determinante, o Igarapé do Quarenta.

iii) **Bairro Distrito Industrial I** (Divisão Distrital Zona Leste II), possui a superfície de 1.168,59 hectares. Antes da divisão em dois bairros, cada um zoneado em uma Divisão Distrital distinta, a denominação inclusive, nos documentos de criação da Zona Franca de Manaus é Distrito Industrial Castelo Branco.

O bairro foi sendo espacializado a partir da criação da Zona Franca de Manaus, na década de 1960, cuja instalação ocorreu em 1967. Nele se encontra a BR-319, cujo início dessa via conta a partir da Bola da Suframa-Manaus e, segue até Porto Velho no estado de Rondônia (RO).

A ocupação pelas indústrias, influenciaram na constituição de bairro, em detrimento as infraestruturas (hotéis, energia, água encanada, esgoto,

supermercado, shopping, comércios, malha viária etc.) e, conseqüentemente nessas últimas duas décadas o uso e ocupação do solo urbano ocorreu por moradias populares de maneira irregular, principalmente nas Áreas de Preservação Permanente da rede hidrográfica de estudo. Ainda assim, a maior quantidade de prédios no bairro é de indústrias do Parque do Distrito Industrial.

Além desse conjunto habitacional existem outros de épocas posteriores

(Quadro 06):

Quadro 06: Curso Médio Fluvial da Bd de Educandos (Condomínios/Conjuntos)

Condomínio/Conjunto	Tributário	Bairro	Ano do Projeto de Criação/Inauguração
Conjunto Habitacional 31 DE Março (casas de alvenaria)	Igarapé do Quarenta	Japiim II	1970
Conjunto Habitacional Atílio Andreazza (casas de alvenaria)	Igarapés da SEDUC- ULBRA e Andreazza	Japiim II	Licença: 22/05/1981 Inauguração: 1983
Conjunto Habitacional Avenida Manaus 2000 (casas de alvenaria)	Igarapé do Quarenta	Japiim II	1997-2000
Conjunto Habitacional e Residencial República Conjunto Nova República ▪ Casas de alvenaria Residencial Acácias I e II ▪ Prédios de 4 pisos sem elevador	Igarapés das Acácias e Nova República	Japiim II	Início da Construção: década de 1990. Licença: 2000.
Conjunto Habitacional Condomínio Elisa Miranda (Prédio de 4 pisos sem elevador)	Igarapé Eliza Miranda	Japiim II	Projeto e início de construção 2007
Conjunto Residencial dos Industriários	Igarapé do Quarenta	Coroadó	Não foi encontrado, pois os imóveis são irregulares

Fonte: Joao Oliveira, 2022. Protocolo de Inventariamento Geográfico (Capítulo III).

No **Curso Fluvial Superior/Alto Curso Fluvial** estão limitados a área total dos bairros Armando Mendes e Zumbi dos Palmares, pois a área do Bairro do Distrito II limitada na referida seção fluvial, apenas uma pequena área do início (sul) faz parte do território hidrográfico da Bd de educandos. Geografia histórica faz a seguinte descrição dos principais elementos que constituem a fisionomia da paisagem:

1) O **Bairro Zumbi dos Palmares** é limitado por 251,05 hectares. A respeito da fundação desse bairro, Barbosa (2009) cita parte da reportagem do Portal da Amazônia:

Quanto ao Zumbi, sua área pertencia à congregação salesiana do Amazonas e, 'em setembro de 1986, cerca de trezentas famílias, que haviam sido expulsas da invasão Cê Que Sabe, na comunidade São Sebastião, bairro do Aleixo, invadem o local sob a coordenação da irmã

Helena Augusta Wallcott, da Pastoral da Terra, e de militantes do PCdoB e do PDT.

2) **Bairro Armando Mendes (MAPA 04)** tem a sua superfície com 307,65 hectares. O dia e mês que se comemora é o mesmo da desapropriação (25 de agosto de 1987) pelo governo da época, Amazonino Mendes. A denominação dada foi para homenagear o governador como o nome de seu pai (NASCIMENTO, 2015).

A área destinada para o bairro fora escolhida para um planejamento modelo, a fim de abrigar pessoas advindas dos municípios do interior para trabalhar em Manaus, e também os desabrigados que estavam sendo retirados do curso fluvial inferior dos sistemas fluviais da capital. Ocorre que na instalação aconteceram conflitos gerados por grileiros que usaram da violência para tirar os moradores nativos e impedir os novos. Após essa situação violenta, não houve mais controle e o uso e ocupação do solo urbano nessa área foi acontecendo de forma irregular, inclusive sobre as bordas, vertentes, leitos fluviais, e até mesmo nas nascentes (APP de nascentes e de rios).

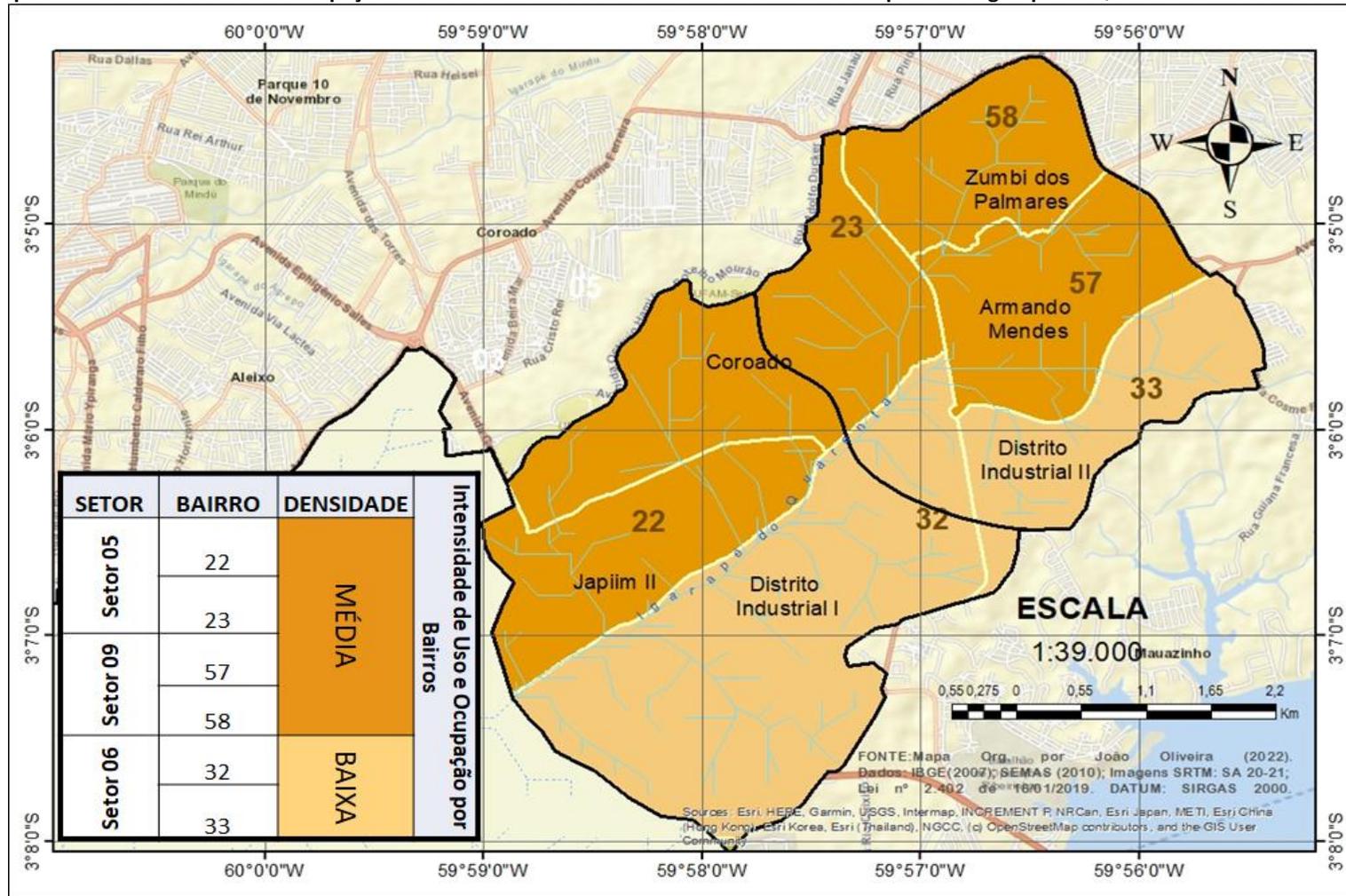
Para Barbosa (2009, p. 65-66):

Em se tratando da Zona Leste, há de ressaltar-se, nesse período, que a fração desse território concentrou a produção de dois dos seus maiores bairros: Armando Mendes e Zumbi (1986). No que diz respeito à história desses bairros, o que os diferencia é que o Armando Mendes foi planejado para abrigar moradores provenientes de outras zonas geográficas da cidade, principalmente aqueles das margens dos igarapés. Entretanto, no decorrer de sua produção, o bairro teve seu entorno ocupado ilegalmente.

Contrário às ocupações irregulares, no bairro Armando Mendes está o Campus Manaus Zona Leste, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM), local onde a antiga Escola Agrotécnica Federal de Manaus, funcionou regularmente desde o início da década de 1970 (1971) até suas instalações serem incorporadas pelo IFAM em decorrência da extinção pela Lei Federal de nº 11.892, dia 29 de dezembro de 2008.

Dos 154 (cento e cinquenta e quatro) hectares que essa instituição de ensino possui na Zona Leste, cerca de 90 hectares estão no Bairro Armando Mendes (**MAPA 04**), local onde funcionou o projeto de Permacultura nas décadas 1990-2000 e na atualidade serve para experimentos de novas técnicas em agroecológicas.

Mapa 04: Intensidade de Uso e Ocupação do Solo dos Bairros dos Cursos Fluviais Médio e Superior do Igarapé do Quarenta da Bd de Educandos



Org. Joao Oliveira, 2022

3) **Bairro Distrito Industrial II** (Divisão Distrital Zona Leste II), possui a superfície de 5.137,69 hectares (**Mapa 04**). Esse bairro foi criado em 2010, a partir da divisão da área do Distrito Industrial (Lei Municipal nº 1.401, de 14/01/2010):

IV - O bairro do Distrito Industrial fica dividido em duas partes, originando o bairro Distrito Industrial II, permanecendo o restante de sua área com a denominação o atual de Distrito Industrial I, com localização, respectivamente, na Zona Leste e na Zona Sul de Manaus;

A área que está no território da Bd Educandos perfaz aproximados 260 hectares. Destes, cerca de 130 hectares é constituído de floresta nativa e a outra metade é de uso de ocupação do solo urbano por prédios do Distrito Industrial.

O território hidrográfico dos Cursos Fluviais Médio e Superior tem a maior paisagem constituída por conflitos, sem planejamento, e, mesmo com as Áreas de Proteção Ambiental não é impedimento par avançar sobre as Áreas de Preservação Permanente de rios e de nascentes, além das Áreas de Proteção Ambiental. Ressaltando, inclusive o que estabelece a Lei de uso e ocupação do solo urbano (Lei n. 1.838, de 16/01/2014):

SEÇÃO I DAS DEFINIÇÕES

Para fins de planejamento, gestão e aplicação das Normas de Uso e Ocupação do Solo, a área urbana se divide em Zonas Urbanas, baseadas em seu posicionamento geográfico e subdivididas em Setores Urbanos, que poderão conter Subsetores e Eixos de Atividades, com as seguintes definições:

I - Área Urbana: é o compartimento territorial destinado ao planejamento e gestão da cidade, compatibilizado com limites administrativos, que agrega zonas urbanas contínuas e homogêneas.

II - Setor Urbano: constitui a unidade resultante da subdivisão da Área Urbana, composta por um conjunto de bairros que apresentam identidade edilícia ou formação histórica comum, que possui parâmetros urbanísticos próprios e tem limites coincidentes com os limites dos bairros que o compõe;

V - Setor Urbano 05: unidade de uso diversificado, de verticalização baixa e densidade média, manutenção das atividades existentes, integração de atividades comerciais, de serviços e industriais, compatíveis com o uso residencial, compreendendo os bairros Raiz, **Japiim**, Petrópolis, São Francisco e **Coroadó (Mapa 04)**.

Eixos de Atividades: reforço às atividades existentes, principalmente as atividades comerciais, de serviços e industriais, compatíveis com o uso residencial: **[listadas 32 ruas]**

VI - Setor Urbano 06: unidade de uso diversificado, de ocupação horizontal e densidade baixa, atividades compatíveis com o uso

industrial, agroindustrial, agrícola, agricultura familiar, de serviços, apoio ao turismo, lazer e a significativa presença de áreas de fragilidade ambiental, compreendendo os bairros **Distrito Industrial I** e **Distrito Industrial II (Mapa 04)**:

a) Subsetor Distrito II/Agroindustrial: abrange parte do bairro Distrito II de ocupação horizontal e densidade baixa, atividades compatíveis com o uso industrial, agroindustrial, agrícolas, agricultura familiar, de serviços, de apoio ao turismo ecológico e a significativa presença de áreas de fragilidade ambiental;

b) Eixos de Atividades: reforço às atividades existentes, principalmente as atividades comerciais, de serviços e industriais, compatíveis com o uso residencial:

IX - **Setor Urbano 09**: unidade de uso diversificado, com verticalização baixa e densidade média, manutenção das atividades existentes, integração de atividades comerciais, de serviços e industriais, compatíveis com o uso residencial, compreendendo os bairros **Armando Mendes**, Gilberto Mestrinho, Jorge Teixeira, São José Operário, Tancredo Neves e **Zumbi dos Palmares (Mapa 04)**:

a) Eixo de Atividades: reforço às atividades existentes, principalmente as atividades comerciais, de serviços e industriais, compatíveis com o uso residencial: **[listadas 41 ruas]**.

2.1.2 O uso e ocupação do solo e/ou terra: atribuições complexas de espacialidade geográfica nos cursos fluviais superior e Médio da Bd de Educandos

Para Pacheco (2013), o solo ou a terra são elementos de uso direto da sociedade humana, assim como dos outros sistemas da natureza. Esta autora aborda uma diferenciação entre esses dois conceitos, assim como Davidson (1992). O solo voltado ao valor de mercado e a terra como o lugar onde desenvolve a vida na trilha do espaço-tempo.

Davidson (1992) e Pacheco (2013), atribuem ao elemento *terra* como o espaço físico, onde o modo de vida (sistemas produtivos, lazer, infraestruturas urbanas e agrárias e outros) imprime na paisagem as marcas das sociedades humanas.

Essas impressões são possíveis a partir dos sistemas naturais com os quais desenvolve as atividades por meio das estratégias, visando a perdurabilidade ambiental como um processo geracional, ou seja, o *locus* onde os elos da complexidade fluem em redes na trilha do espaço-tempo (BRANDÃO, 2016).

Na perspectiva de Araújo (2020):

A terra no contexto urbano está conectada ao produto 'espaço construído', devido a sua longa vida útil e a sua imobilidade, e ambos são transformados em uma mercadoria única, no momento do consumo. O setor de

acumulação de capital, no qual se conecta a terra urbana, revela o processo de geração da renda do solo urbano em que o seu uso está associado. (p.713).

A terra torna-se uma mercadoria que tem um preço comercializável no mercado, mas sem representar, em seu valor, uma porção direta do trabalho social. (p.709).

Pacheco (2013, p.54), corrobora com esse contexto quando cita:

[...] acompanhando o mecanismo da organização espacial, o uso e a ocupação é regulado pelo modo de vida e/ou atrelado à instância da (re)produção do espaço na dialética do Estado e na perspectiva do mercado (da competição entre as atividades produtivas resulta em preço, dependendo da localização sujeitar-se-á aos instrumentos administrativos e jurídicos).

O estudo ocorreu na maior Metrópole da Amazônia Brasileira (Manaus), logo o uso e ocupação identificado (cerca de 99%) é o de solo urbano, como a própria historicidade geográfica descreveu nos tópicos anteriores. Raras exceções de registros de modo de vida voltado para a perdurabilidade ambiental (BRANDÃO,2016) ou de uso e ocupação da terra onde as estratégias do modo de vida têm o sentido de pertencimento, de segurança, (re)produção do espaço geracional (PACHECO, 2013), os quais serão demonstrados no Capítulo III.

Essas situações têm uma explicação óbvia, o Êxodo Rural, pois a cidade ainda é o atrativo para a busca de empregos. A estratégia do poder público é o amparo nos instrumentos regulatórios de uso e ocupação do solo urbano.

O município de Manaus tem avançado nas legislações, considerando os Códigos de Posturas desde 1838. A modernidade e o crescimento da sua sede urbana necessitam de (re)organização do espaço para as estruturas e infraestruturas.

Os bairros com delimites no território das seções fluviais do alto e médio da Bd de Educandos mostra o processo de ocupação (**Figuras 11-15 e Mapa 04**), cujo planejamento urbano mais detalhado só aparece a partir do Plano Diretor de Manaus de 2002 (Lei nº 671 de 04/11/2002, revogada pela Lei Complementar nº 02 de 2014). Antes deste houve dois outros planos com contextos similares, um da década de 1960 e outro da década de 1970 (revogado pela lei do Plano Diretor de 2002), os quais constam nos estudos de:

i) Hagino (2012, p.87):

[...] o primeiro plano diretor de Manaus é de 1968, denominado Plano Diretor de Desenvolvimento Local e Integrado. Ele foi criado pela Lei municipal nº 1.033, quando a maior parte dos municípios brasileiros ainda não possuía planos urbanísticos. Este plano já estabelecia o zoneamento, a infraestrutura viária, o loteamento e a regulamentação das edificações deste município;

ii) Souza (2016, p. 50)

[...] o primeiro Plano de Desenvolvimento Local Integrado do Município de Manaus PDLI, regulamentado através da Lei 1.033, o qual estabelecia diretrizes de zoneamento, a infraestrutura viária, loteamento e regulamentação de edificações, porém não contemplava os empreendimentos verticais. Com a chegada da ZFM, suas indústrias e investidores, dentre eles as construtoras e incorporadoras, houve necessidade por parte do Estado enquanto agente regulador e regulamentador do espaço em rever o Plano Diretor da cidade. E foi neste contexto que o Plano de Desenvolvimento Integrado Local da Cidade de Manaus – PDLI passou a se chamar PLAMAN, pela Lei 1.213 de 1975 a qual trouxe definições de políticas urbanas para a cidade de Manaus. A partir deste momento, a cidade foi dividida em setores, que se subdividiu por zonas com suas respectivas funções, comércio, residência e indústria[...].

Hagino (2012), aborda a respeito da aprovação dos documentos municipais de planejamento urbano daquela época, os quais eram na maioria das vezes, somente para cumprir com a solicitação de alguma instituição governamental de unidade federada ou federal, mas eram apenas ilustrativos já que não eram executados.

Quando se compara as categorias de intensidade de uso e ocupação, elaborado neste estudo para demonstrar como a gestão pública municipal planeja fazer o controle de (re)organização do solo urbano, e, retorna o olhar para o mosaico evolutivo que mostra o rumo da espacialização, se conclui que pouco está sendo feito para proteger as Áreas de Preservação Permanente dos cursos fluviais Superior e Médio, mesmo os tributários que estão nas Áreas de Proteção Ambiental.

2.1.2.1 O espaço urbano: uso e ocupação do solo urbano versus as APP de rios e de nascentes

Na atualidade as legislações são bem detalhadas, principalmente a de uso e ocupação do solo urbano, todavia não permite retroceder temporalmente e ajustar ao que está posto como adequado para uma nova (re)organização espacial urbana

pois, a trilha do espaço-tempo não retroage, uma vez que a temporalidade funciona como a *seta do tempo* (GOULD, p. 194, 1991):

A essência da seta do tempo está na irreversibilidade da história e na irrepitível singularidade de cada etapa, em uma sequência de acontecimentos ligados fisicamente ao longo do tempo [...]. As partes separadas de qualquer totalidade podem registrar a operação previsível (passível de repetição) das leis da natureza, mas os detalhes de uma configuração completa são 'apenas história' no sentido de que não podem voltar a surgir e de que um outro conjunto de antecedente produziria um resultado diferente.

Partindo do princípio de Gould (1991), ao se analisar os macroelementos urbanos deste estudo, constituidores da paisagem no território hidrográfico, divergem na trilha do espaço-tempo (HARVEY, 2017), principalmente quando se analisa o avanço de sobreposição dos limites que compõem as áreas de fragilidades fluviais para manter em equilíbrio os tributários e/ou igarapés da Bd de Educandos (platô, vertentes, baixios e respectivo gradiente transversal e longitudinal e nascentes).

Ao relacionar o uso e ocupação do solo urbano nos Cursos Fluviais Superior e Médio da Bd de Educandos delimitados em bairros entre as décadas de 1960-2000, com a publicação das legislações municipais mais bem descritas a esse respeito, como as em vigência mostrará um contrapasso. Um exemplo desses exemplos de antagonia: a Lei do Plano Diretor de Manaus (2014), descreve a paisagem atual da década de 2010 sobre as zonas urbanas e os seus setores, inclusive há mais uma alteração dela (2019) para atualizar a redação:

Lei Complementar nº 002 (2014)

Art. 02[...]

IV - Zona Leste: constitui uma das maiores áreas habitacionais com característica horizontal da Cidade, possuindo, ainda, atividades industriais, agroindustriais, de agricultura familiar, de turismo ecológico, atividades portuárias e de proteção ambiental, por sua localização na orla do rio Amazonas;

Lei Complementar nº 014 (2019)

Art.64[...]

*IV - Zona Urbana Leste: abrange os **Setores 8 e 9**, e parte dos **Setores 5, 6 e 7**. (Mapa 04)*

Por esta situação, se relacionar a temporalidade dessas leis e o espaço-tempo da origem dos bairros acima descritos, verificar-se-á que os ajustes das

novas legislações em locais com uma grande densidade de uso e ocupação do solo urbano poderão comprometer ainda mais o sistema naturais, e no caso os cursos hidrográficos Médio e Superior de estudo.

Nesse sentido, o revestimento do solo urbano nas Áreas de Preservação Permanente (APP) das seções fluviais do Médio e Alto da Bd de Educandos, possui uma densidade suficiente para impactar o sistema fluvial. Na medida em que as moradias e infraestruturas urbanas seguem em direção a montante da Bd de Educandos, a paisagem de uso e ocupação do solo urbano vai se tornando carente de oferta (localização sem respeito as APP, tipo de habitação, tipo de infraestruturas, tipo de padrão socioeconômico) que, reflete também na fisionomia da paisagem dos Condomínios/Conjuntos Residenciais habitacionais (**Quadro 06**).

Essa preocupação do adensamento urbano cada vez é maior, pois além de avançar sobre as APP de rios e de nascentes, ocorre da mesma forma com as Áreas de Proteção Ambiental (APA) que possui abrangência na área de estudo:

1) No **Alto Curso Fluvial** - O sul dos bairros Zumbi dos Palmares e Armando Mendes são parte do entorno da APA Floresta Manaós. De parte do bairro Distrito Industrial II, 109,20 hectares são da Reserva Ecológica de Sauim-Castanheiras (RVS). Esta foi criada pelo Decreto Federal nº 87.455, de 12 de agosto de 1982:

Art.1º Fica criada a Reserva Ecológica de Sauim-Castanheiras, delimitada em terras de domínio da Superintendência da Zona Franca de Manaus-SUFRAMA, em Manaus, Estado do Amazonas, cuja área, com 1.092.000m² (um milhão e noventa e dois mil metros quadrados). (**Figura 16**).

A referida RVS tem como objetivo fazer a proteção das populações do Sauim-de-Manaus (*Saguinus bicolor*) e das árvores de Castanhas-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*). A partir de 2001, a gestão antes federal passou para a Secretaria do Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMMAS) da Prefeitura de Manaus.

A fisionomia da paisagem nesse RVS demonstra problemas ambientais nas áreas de bordas, com desmatamentos de corte raso e uso e ocupações com edificação de prédios irregulares. Observe a **Figura 16**:

Figura 16: Impactos pelo uso e ocupação do solo na Reserva Ecológica de Sauim-Castanheiras.



Fonte: Imagem do Google Earth de julho de 2021. Org. Joao de Oliveira.

2) No **Curso Fluvial Médio** há uma parte da Área de Proteção Ambiental UFAM, INPA, ULBRA, ELISA MIRANDA, LAGOA DO JAPIIM E AQUARIQUARA. Esta foi publicada pelo Decreto Municipal de Manaus nº 1.503, no dia 27 de março de 2012. No Decreto Municipal de nº 4.515, de 26 de julho de 2019, a denominação da citada APA mudou para Área de Proteção Ambiental Floresta Manaós.

A sua área total de 759,15 hectares (setecentos e cinquenta e nove hectares e quinze centiares), perímetro de 16.873,31 metros, localizada na Zona Urbana Leste de Manaus. Nesse perímetro estão imóveis da Universidade Federal do Amazonas, do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Parque Arthur Virgílio Filho (antiga Lagoa do Japiim), Conjuntos Habitacionais: Elisa Miranda, Acariquara.

No seu entorno há Conjuntos habitacionais/Residenciais (**Quadro 06**), vias, prédios irregulares, e outras infraestruturas. Dois três bairros do curso fluvial médio, apenas o Coroadó e o Japiim possuem parte dessa APA.

Os conjuntos residenciais e os habitacionais estão nos limites extremos da APA, registrou-se também edificações nas bordas fluviais sem nenhum dos padrões exigidos pela legislação de uso e ocupação no igarapé do Quarenta, sem

obediência as APP de rios de nascentes. Há também implicações na rede de drenagem fluvial dos tributários da Bd de Educandos. Nesses igarapés foram diagnosticados impactos visuais e de odor, devido as cargas difusas e pontuais recebidas.

Delgado (2022), ressalta que as leis são antagônicas e, isto mostra nos Códigos de Posturas desde o primeiro publicado nos meados do século XIX, em específico quando se refere aos igarapés de Manaus. Estes foram tratados em grande parte dessas normas, sempre como de proteção prioritária, ao mesmo tempo conflitantes com os interesses da gestão pública (municipal, estadual, federal):

Os Códigos, em sua maioria têm as normas semelhantes, exceto no primeiro Código de Postura Municipal de Manaus, publicado no ano de 1838. Neste não consta nenhuma norma de proteção no contexto hidrográfico.

Os Códigos de Posturas do século XX mostram a perda gradativa de importância quanto a conservação dos sistemas fluviais, até porque após 1900 alguns igarapés antes, parte dessas normas foram colmatados como supramencionados. Por outro lado, a partir da década de 1930, as questões que abrangem os sistemas naturais (Floresta, Águas, Solos) passam a ter códigos específicos, a exemplo dos Códigos Florestais de: 1934, 1965 e, 2012.

Em 1967, Paulo Pinto Nery, Prefeito Municipal de Manaus faz publicar a Lei Ordinária de Manaus-AM, nº 988 de 17 de novembro, a qual Institui o Código de Posturas do Município. Nele não mais se refere aos igarapés, muito embora estivesse no ápice da implantação da Zona Franca de Manaus. [...]. (DELGADO, 2022, p.81).

As legislações determinam como deve ser para proteger a geodiversidade de sistemas como os hidrográficos, todavia é complexo se organizar no espaço geográfico existente uma paisagem com impressões da relação de uso e ocupação da terra (a fisionomia da paisagem vinda do modo de vida geracional) com finalidade de obtenção à perdurabilidade ambiental, uma vez que, não há condição para obter no mercado, um local com o padrão desejável para o uso e ocupação do solo urbano. O maior exemplo disto é a conjuntura que deu lugar do território hidrográfico os macroelementos urbanos (origem e evolução da constituição dos bairros dos cursos fluviais Superior e Médio da Bd de Educandos).

2.2 A complexidade da constituição da fisionomia atual da paisagem: uso e ocupação do solo urbano pelos macroelementos urbanos e a importância das Áreas de Preservação Permanentes.

Ao observar a Teoria da Complexidade de Edgar Morin *versus* a caracterização da fisionomia da paisagem desta parte da bacia de drenagem de Educandos constatou-se que há de fato um sistema aberto em funcionamento.

As interações com complexidade sistêmica ocorrem de várias maneiras como por exemplo quando uma nova forma de preservação é estabelecida ao se proteger os mananciais de áreas de proteção permanentes, ao se permitir a visita aos locais de cursos d'água sem danos a vegetação e as bordas dos igarapés, e pela construção de pontes e edificações entre e sobre os diversos tributários.

Na tetralogia de Edgar Morin *ordem-interações-desordem-organização*, pode-se entender que o momento *ordem* são os aspectos naturais temporais do lugar da pesquisa, uma vez que houve um tempo em que o ambiente ou a paisagem estavam com baixa interferência.

Dessa forma, Morin (2016), aborda que a tetralogia ocorre desde o início de um processo. Se desenvolve uma dialética do improvável e do provável, e a vida vai aparecer em algum lugar desse desordenamento, fruto de uma cadeia organizacional que constrói seus patamares de probabilidade a partir de infundáveis improbabilidades, suas regras de normalidade a partir de inúmeros desvios, seus focos centrais a partir de marginalidades de toda ordem.

Assim, é possível destacar no aspecto *ordem*, que no curso médio, nas áreas de proteção, ainda não aconteceram alterações significantes. Como exemplo: em grande parte da APA FLORESTA MANAÓS, onde a na vegetação nativa continua presente, os igarapés que ainda não foram totalmente poluídos, os ecossistemas produzem as funções ecológicas.

No aspecto da *ordem*, de acordo com Edgar Morin observa, a paisagem anterior foi modificada para dá lugar a uma outra *organização* que são os macroelementos caracterizados pelos bairros que foram implantados nessa nova paisagem.

Além disso, o sistema da natureza para Edgar Morin em seu método II (2002), defende que, à primeira vista, o ecossistema sofre um excesso de entropia, de um excesso de morte, de um excesso de vida que deviam conduzir-lhe a ruína.

Cada ser vivo rejeita incessantemente os resíduos de seu meio ambiente materiais degradados e tóxicos que tendem a poluir seu meio ambiente e o ecossistema assim produz, incessantemente, sua própria poluição.

Neste resgate histórico do lugar da pesquisa é possível compreender a dinâmica destas mudanças na paisagem que são observadas nos mapas do mosaico temporal da fisionomia da paisagem da Bd de Educandos (**Figuras 11-15**).

A intensidade do uso e ocupação do solo e/ou terra está mais observado no fluxo direito da bacia e no alto curso, uma vez que o desenvolvimento das ocupações por moradias se intensificou após o ano de 1980, prejudicando parcialmente as interações no ecossistema das Áreas de Preservação Permanente.

Referente aos aspectos que caracterizam a **desordem**, vale observar que é tudo que envolve o processo de desenvolvimento, crescimento, expansão urbana, demográfica, interferindo e provocando mudanças no aspecto da paisagem inicial com a presença de habitações, sistema viário, saneamento de igarapés, saneamento básico, supressão de florestas, morte de nascentes, canalização e tubulação de igarapés, com isso permitem ver que a tetralogia de Edgar Morin explica de forma categórica este fenômeno.

Então a desordem fica estabelecida quando o fluxo gênico e os serviços ecossistêmicos ficam prejudicados. Para Edgar Morin (1991), a ordem organizacional pode nascer de um processo que produz desordem (turbulência).

Esses fenômenos de mudanças e transformações na paisagem não ocorrem ao acaso, pois tudo isso é fruto de um processo **interacional** entre as políticas de governo, de desenvolvimento e crescimento representados pelas políticas habitacionais, legislação ambiental, legislação urbana, código de postura dos municípios, código civil, manuseados de forma adequada ou não, pelos gestores públicos e privados ao longo do recorte temporal e que de certa forma dão sustentação para todo o contexto percebido.

As interações segundo Edgar Morin (2016, p. 72) são ações recíprocas que modificam o comportamento ou a natureza de elementos, corpos, objetos, fenômenos em presença ou em influência que obedecem a determinações ligadas a natureza dos elementos ou seres que se encontram. Formam uma espécie de nó górdio de ordem e de desordem.

Um exemplo desta transformação da paisagem são os impactos pelo uso e ocupação do solo na Reserva Ecológica de Sauim-Castanheiras que fica na borda ou faixa justafluvial no alto curso da Bacia de Educandos, observados na **Figura 16** onde a fisionomia da paisagem nessa RVS demonstra problemas ambientais nas áreas de bordas, com desmatamentos de corte raso e uso e ocupações com edificação de prédios irregulares.

Sobre a **desordem**, Morin (2016) expõe que o problema não deve ser mais como uma alternativa de exclusão entre de um lado, a desordem e, de outro, a ordem e a organização, mas como uma questão de ligação. Existe uma relação crucial entre a explosão da desordem, a constituição da ordem, o desenvolvimento da organização. É que o novo desenvolvimento da termodinâmica, do Ilya Prigogine é o precursor, mas eventualmente complementaridade entre fenômenos desordenados e fenômenos organizadores. Este aspecto é bem observado nas construções irregulares das palafitas sobre os igarapés no alto curso fluvial da referida Bd.

Atualmente, a paisagem no médio e alto curso da Bd/UPH de Educandos não é a mesma de antes, pois é fruto de uma nova **organização** que estão visíveis ou não aos nossos sentidos. Não existem mais as florestas nativas com as características como de antes, nem o sistema fluvial com igarapés de águas límpidas e correntes, nem muitas nascentes, mas existe a “paisagem de pedra”: prédios, ruas e asfaltos, calçadas, “córregos” com águas fétidas, igarapés com bueiros obstruídos, moradias inundadas. Neste sentido, a tetralogia não considera certo, e, nem errado, pois é um fenômeno estabelecido de forma complexa.

Esta **organização** fica presumida nas várias formas de paisagens apresentadas atualmente, especialmente no entrelaçamento das ruas, becos e vielas necessários para o acesso as ocupações irregulares ao longo do leito dos igarapés. A fisionomia de sua paisagem resulta da complexa relação entre os diversos elementos da paisagem, devido a instalação de imóveis e pavimentação de ruas que apresentam características imbricados em comportamento complexo diante das situações geográficas e condições de uso e ocupação do solo e ou terra, tendo a geodiversidade como um dos elementos da tetralogia na ordem, desordem, organização e interação.

A ciência geográfica analisada sobre o prisma do paradigma da complexidade, neste trabalho faz a aproximação dos elementos da geodiversidade com os valores individuais e coletivos que tem cada lugar e sociedade na influência da vida cotidiana. Um exemplo são os serviços ambientais que podem ser observados em vários locais da bacia de drenagem como no Conjunto Nova República e no Conjunto dos industriários e Distrito I no médio curso.

A questão em si não é afirmar ou não afirmar se todo o processo descrito da paisagem passada ou a atual é certo ou errado. A complexidade estabelecida, entre outras coisas, afirmando que “o todo não é a soma das partes”. A paisagem de antes era ideal, mas não a adequada aos interesses do desenvolvimento e crescimento.

A paisagem de hoje é adequada ao desenvolvimento/crescimento, mas não é ideal à conservação e preservação dos sistemas naturais. As políticas de gestão públicas estão corretas e ao mesmo tempo incorretas quando ao canalizar um igarapé, constrói na sua margem uma moradia e disponibiliza uma moradia a alguém sem teto, mas submete o morador aos danos da enchente, doenças e outros impactos ao igarapé.

O Código Florestal com vigência de mais de 20 anos com esses parâmetros para nascentes, para foz, áreas de interesse ecológico não mudaram para a Amazônia, todavia não há obediência nem por quem pode fazer uso da legislação e muito menos para quem pratica a ocupação dessas áreas por razões que não serão aqui discutidas.

Ao delimitar esta rede hidrográfica, constata-se as relações no interior desta organização pela reunião dos elementos constitutivos que permitem condições de interação entre todas as partes da rede de drenagem que assumem formas de inter-relações com os fenômenos considerados exógenos à bacia hidrográfica.

A ocupação desordenada dessa bacia de drenagem é uma forma de interação e ao mesmo tempo organização do espaço que está se formando para um novo paradigma que será estabelecido, embora se saiba que vai prejudicar em grande medida a formação da faixa justafluvial e o talvegue dos igarapés.

No início deste capítulo se apresentou um mapa com as delimitações de APP de rios e de nascentes com a medida de 30 metros e a justificativa para essa

decisão foi somente para tornar representativo o mínimo que a lei do Código Florestal de 2012 com a última alteração em 2019. Por que representativo? Representativo porque o Código Florestal com vigência de mais de vinte (20) anos com esses parâmetros para nascentes, para foz, áreas de interesse ecológico não mudaram para a Amazônia, todavia não há obediência nem por quem pode fazer uso da legislação e muito menos para quem pratica a invasão dessas áreas por razões que não serão aqui discutidas.

Enfim, a complexidade sistêmica de Edgar Morin, por meio do *todo* o contraditório ou incertezas pode ser perceptível nas paisagens transformadas e apresentadas no contexto deste capítulo, mesmo quando o poder público fecha os olhos para as irregularidades nas ocupações habitacionais e quando de forma passível autoriza a construção de certos edifícios e equipamentos urbanos sejam eles privados ou públicos em locais de APP.

Assim poder-se-á conferir no Capítulo III, a Carta de Protocolo de Inventariamento Geográfico (PIGEO), onde se encontram os dados da fisiografia atual nas seções fluviais do Alto e Médio curso, bem como evidenciar a situação dos serviços ecossistêmicos e dos serviços ambientais importantes para a perdurabilidade ambiental das áreas do sistema fluvial estudado. Em linhas gerais será demonstrado a situação da fisionomia da paisagem.

CAPÍTULO III - A FISIOGRAFIA ATUAL DOS CURSOS FLUVIAIS E A PERDURABILIDADE AMBIENTAL DOS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS E AMBIENTAIS NAS SEÇÕES FLUVIAIS ALTA E MÉDIA DA REDE HIDROGRÁFICA DE EDUCANDOS

3.1 A Fisiografia Fluvial como elemento da geodiversidade

Para discutir os registros constantes na Carta de Protocolo de Inventariamento Geográfico, duas abordagens farão parte: a geodiversidade como o conjunto de elementos e fatores físicos com relações intrínsecas, deles e com a sociedade humana; e a fisiografia fluvial da bacia de drenagem (Bd) de Educandos, nos cursos fluviais médio e superior.

A geodiversidade na perspectiva de Kozlowisk (1999;2004), Cañadas e Ruiz-Flaño (2007) é composta (**Quadro 07**) pelo resultado das ações respectivas à sociedade humana (Geodiversidade das Paisagens), e da dinâmica dos ou sobre os elementos físicos (Geodiversidade dos Elementos), neste estudo, o elemento principal é a fisionomia da paisagem hidrográfica.

Quadro 07: Hierarquias Escalares da Geodiversidade

ESCALAS	
Geodiversidade de Elementos	Cada um dos elementos abióticos que formam parte do sistema natural entre os quais os elementos: geológicos, geomorfológicos, hidrográficos, edáficos, aquáticos e outros.
Geodiversidade de Paisagens	Este nível deve situar-se acima somente da diversidade natural uma vez que os componentes naturais (biodiversidade e geodiversidade) e a sociedade humana intervêm, de tal forma que estaria relacionado com o princípio da «Geodiversidade» do Geógrafo Federico Alberto Daus ou «Diversidade Geográfica»(diferenciar áreas na superfície da Terra, marco da Geografia Cultural na década de 1940).

Fonte: Adaptado de Cañadas e Ruiz-Flaño (2007, p.84).

Na década de 1990, estudos foram realizados no Instituto Geográfico Agustín Codazzi (Bogotá-Colômbia), a fim de contextualizar o conceito de *Fisiografia* que mais atendesse aos aspectos da fisionomia da passagem em qualquer escala.

Dentre esses estudiosos está Hugo Villota com as publicações em 1992 e 1997. Em 1992 chega ao conceito etimológico onde o enfoque aos seres vivos sem dizer quais (VILLOTA, 1992). Em 1997 amplia o conceito a partir do que já havia publicado antes:

Etimológicamente la Fisiografía (Physios=naturaleza; Graphos=descripción) se refiere a la 'descripción de las producciones de la naturaleza', entendiéndose por naturaleza el conjunto, orden y disposición de todas las entidades que componen el universo.

... naturaleza comprende el conjunto, orden y disposición de las entidades que componen el globo, tales como: la litósfera, hidrósfera, biósfera y atmósfera, cuyo punto de contacto es la superficie terrestre.

Por consiguiente, la fisiografía no solo describe los aspectos relativos a la litósfera (relieve, materiales, edad de las formaciones superficiales), como lo hace la geomorfología, sino también aquellos relativos al agua, el clima y los seres vivos

[...] la fisiografía[...] comprende el estudio, la descripción y clasificación sistemática de las formas del terreno, considerando para ello aspectos de geomorfología, geología, climas pasado y actual, hidrología y ciertos aspectos bióticos (incluida la actividad humana), en la extensión en que ellos pudieran incidir en la caracterización pedológica de esas geoformas, o al menos en su aptitud para uso y manejo y que por donde pudieran conducir al delineamiento práctico del patrón de suelos. (VILLOTA, 1997, p.85).

No que tange aos aspectos fisiográficos da Amazônia está na dependência da sua morfogênese, Formação Alter do Chão e, as duas principais Unidades de Relevô. A esse respeito, as obras de Pacheco (2013, p.128-129) e Pacheco *et al.* (2014). Esta última obra fiz a seguinte citação:

Na Amazônia a classificação fisiográfica está atrelada aos ecossistemas, assim como escreveram os pioneiros Sioli (1985) e Soares (1991): a) no Ecossistema de Várzea estão os rios/sistemas hídricos denominados de águas brancas - têm a cor da água amarela ou ocre (**barrenta**) devido ao material diluído em suspensão durante o processo de modelagem das planícies aluviais. A intensidade é o destaque na atividade de sua tríade (deposição, erosão e transporte) em processo e forma, a começar desde as cordilheiras Andinas até a descarga no oceano Atlântico; b) no ecossistema de Terra Firme - os rios são classificados de águas transparentes/claras e os de águas pretas. (PACHECO et al., 2014, p. 18).

Partindo das premissas conceituais pelas quais o estudo se aporta, a complexidade será o aporte que fará articulação da fisiografia fluvial com a fisionomia da paisagem na geodiversidade do sistema fluvial.

3.1.1 Conceitos hidrográficos convencionados aos sistemas fluviais

3.1.1.1 Bde Educandos parte da hierarquia fluvial da Bacia Hidrográfica do rio Amazonas/Solimões

Pacheco (1999; 2013) e Delgado (2022), distribuem os sistemas fluviais cujos territórios possuem os mesmos elementos de uma dada fisiografia fluvial (interflúvio, vale fluvial onde se encontram os leitos de escoamentos, com seus perfis e/ou gradientes longitudinal e transversal, constituição edafológica, geológica e outros aspectos similares que constituem a geodiversidade de um dado território fluvial), partindo do maior sistema hidrográfico em um cuja rede hidrográfica faça conexão.

Desse modo, em escala do maior para o menor essas autoras hierarquizaram em seus estudos as subdivisões que interligam as redes de drenagem: a) Bacia Hidrográfica do rio Amazonas/Solimões é a principal rede; b) os tributários principais e/ou afluentes são formadores de Sub-bacias hidrográficas; c) os subafluentes e outros de menores ordens hierárquicas poderão formar uma microbacia hidrográfica. Outras obras também têm contribuído para este contexto conceitual:

- Guerra (1993), no clássico *Dicionário Geológico-Geomorfológico* escreveu que a bacia hidrográfica é o:

Conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes. [...] A noção de bacia hidrográfica obriga naturalmente a existência de cabeceiras ou nascentes, divisores d'água, curso d'água principais, afluentes, subafluentes etc.

Em todas as bacias hidrográfica deve existir uma hierarquização na rede potâmica e a água se escoar normalmente dos pontos mais altos para os mais baixos [...]. (GUERRA, 1993, p.48).

- Para Oliveira (1993, p. 47), bacia hidrográfica é uma *área ocupada por um rio principal e todos os seus tributários, cujos limites constituem as vertentes*, que servem de limites para outros;

- A Agência Nacional de Águas Saneamento Básico (ANA, 2022), ao delimitar as novas regiões geográficas e respectivas sub-bacias hidrográficas (Sbh) brasileiras, publicou sobre a primeira divisão institucional das Sbh, em fevereiro de 1972. O Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE), elaborou no Projeto Hidrologia, com a delimitação a partir dos principais afluentes das 08 (oito) bacias hidrográficas do Brasil. O principal critério definido constituiu-se de proceder o delimitar para cada bacia hidrográfica, 08 (oito) sub-bacias hidrográficas. Atualmente essa delimitação foi alterada por meio de outra metodologia que não faz parte dessa abordagem (método de Otto Pfafstetter);

- Magalhães *et al.* (1970) definem:

Bacia Fluvial ou hidrográfica

É o conjunto de terras drenadas por um mesmo rio. A bacia de um rio se subdivide em tantas bacias secundárias quantos forem os afluentes e subafluentes. (p. 31)

Afluente

Rio ou arroio que desagua em outro curso d'água, considerado principal, contribuindo para aumentar-lhe o volume. (p.5)

Subafluente

Rio de pequeno curso que escoar suas águas num afluente. [...] Faz parte da rede fluvial, hidrográfica ou de drenagem. (p.374).

- Suguio e Bigarella (1990), definem sobre a constituição básica de uma Bacia hidrográfica (Bh) e/ou Bacia de drenagem (Bd):

A drenagem fluvial é constituída por um conjunto de canais de escoamento interligados formando a **bacia de drenagem**. Esta é definida como a área abrangida por um rio ou por um sistema fluvial composto por um curso principal e seus tributários. (p.13).

- Christofolletti (1980), além de definir um dado território hidrográfico como uma *Bh/Bd*, em sua obra apresenta um modelo da engenharia hidráulica, cuja utilização pelos geógrafos é bem significativa: a hierarquia fluvial de Robert E. Horton (publicado um mês antes do falecimento, março de 1945) e de Arthur N. Strahler (1954):

A hierarquia fluvial consiste no processo de se estabelecer a classificação de determinado curso de água (ou da área drenada que lhe pertence) no conjunto total da bacia hidrográfica na qual se encontra. Isto é realizado com a função de facilitar e tornar mais objetivo os estudos morfométricos [...] sobre as bacias hidrográficas.

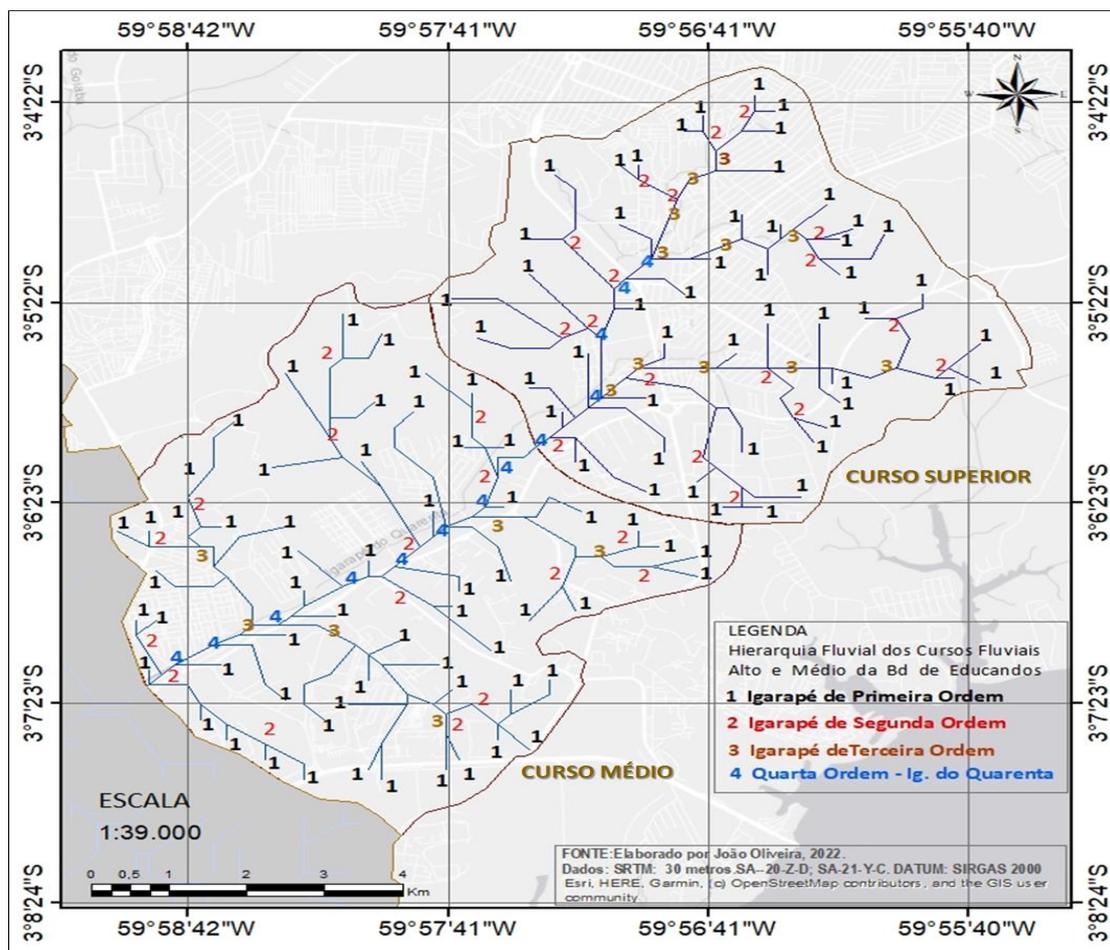
Para Horton, os canais de primeira ordem são aqueles que não possuem tributários; os canais de segunda ordem somente recebem tributários de primeira ordem; os de terceira ordem podem receber um ou mais tributários de segunda ordem, mas também podem receber afluentes de primeira ordem; os de quarta ordem recebem tributários de terceira ordem e, também, os de ordem inferior. E assim sucessivamente.

[...] um sistema diferente, que foi introduzido por Arthur N. Strahler [...] os menores canais sem tributários são considerados como de primeira ordem, estendendo-se desde a nascente até a confluência; os canais de segunda ordem surgem da confluência de dois canais de primeira ordem, e só recebem afluentes de primeira ordem; os canais de terceira ordem surgem da confluência de dois canais de segunda ordem, podendo receber afluentes de segunda e de primeira ordens; os canais de quarta ordem surgem da confluência de dois canais de terceira ordem, podendo receber tributários das ordens inferiores. E assim sucessivamente.

Em ambos os procedimentos, verifica-se que a rede de canais pode ser decomposta em segmentos discretos, cada um composto por um ou mais segmentos de acordo com as regras do sistema de ordenação, e a área superficial contribuindo para cada subconjunto é a bacia de drenagem que lhe está associada. Desta maneira, o conceito de ordem ou de hierarquia é aplicável à rede de canais como às bacias hidrográficas. (CHRISTOFOLETTI,1980, p.106-107).

Tomando o modelo de *Robert E. Horton - Arthur N. Strahler*, e a aplicação em bacia de drenagem brasileira por Antonio Christofolletti, no ano de 1970, este estudo também modelou a hierarquia fluvial do território hidrográfico de duas seções fluviais da Bd de Educandos. O seu canal fluvial principal/determinante é o igarapé do Quarenta. Este modelou a seguinte hierarquia fluvial: no Curso Fluvial Médio é totalmente de 4ª ordem; no Curso Fluvial Superior compõe-se com todas as ordens (1ª a 4ª ordem), no sentido crescente, de montante a jusante (**Mapa 05; Tabela 03**).

Mapa 05: Hierarquia Fluvial: Seções do Alto e Médio Igarapé do Quarenta



Fonte: Org. João de Oliveira (2022)

Tabela 03: Hierarquia Fluvial: Seções Fluviais do Alto e do Médio Igarapé do Quarenta

Hierarquia Fluvial Redes hidrográficas dos Cursos Fluviais da Bd de Educandos	Canais Fluviais	
	Curso Fluvial Médio	Curso Fluvial Superior
1.ª Ordem	61	51
2.ª Ordem	24	18
3.ª Ordem	12	16
4.ª Ordem (Canal fluvial principal/Determinante)	20	10
Total de Tributários/Seção Fluvial na Gênese	117	95
Total de Canais Fluviais nos Cursos Fluviais	212	

Fonte: João Oliveira (2022). Dados coletados no PIGEOP (2020-2022).

Partindo dos conceitos abordados, uma das formas de proceder com a classificação hierárquica, por exemplo, para este caso estudado:

- i) A Bacia hidrográfica (Bh) é a do rio Amazonas/Solimões;
- ii) Nela, o rio Negro é um dos maiores afluentes denominado de Sub-bacia hidrográfica (Sbh);
- iii) O ambiente fluvial da Bd de Educandos é um afluente do rio Negro, logo uma Sbh. Em relação a Bh do rio Amazonas/Solimões é uma Microbacia hidrográfica (Mbh), pois é um subafluente.

3.1.1.2 Quanto a Unidade Territorial de Planejamento (UTP) e/ou Unidade de Planejamento Hídrico (UPH)

Os sistemas hidrográficos brasileiros são regulamentados por legislações que instituem políticas de gestão como a federal e a estadual do Amazonas:

Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

Art. 1º A Política Nacional de Recursos Hídricos baseia-se nos seguintes fundamentos:

[...]

V - a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da **Política Nacional** de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;

Lei do Estado do Amazonas nº 3.167, de 27 de agosto de 2007. Reformula as normas disciplinadoras da Política Estadual de Recursos

Hídricos e do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e estabelece outras providências.

Art. 1º A Política Estadual de Recursos Hídricos baseia-se nos seguintes fundamentos:

[...]

V - A bacia hidrográfica é a **unidade territorial de planejamento** para implementação da **Política Estadual** de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos;

Ao compreender sobre o que citam as leis acima (federal e a estadual), os sistemas hidrográficos modeladores de sedes urbanas ou da área rural, diante da aplicação das políticas de Estado (Constituições: Federal e Estadual; e Lei Orgânica Municipal), deverão ser regulamentados em qualquer esfera de poder e domínio, com a denominação **bacia hidrográfica**. Nesta perspectiva, a nomenclatura independe de qualquer ordem da hierarquia fluvial e as respectivas designações Sbh e/ou Mbh.

A bd de Educandos deveria utilizar o mesmo nome que estabelece a legislação nacional (**bacia hidrográfica**), na função de unidade territorial de planejamento, no entanto, a gestão dos sistemas fluviais de Manaus apesar de teoricamente estarem no território deste município, não está sob sua responsabilidade, pois de acordo com a Resolução nº 03 de 2016, a competência é do Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Amazonas (CERH-AM), em que a Secretaria de Estado do Meio Ambiente, exerce administração direta na política de gerenciamento:

2.3. Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SEMA)

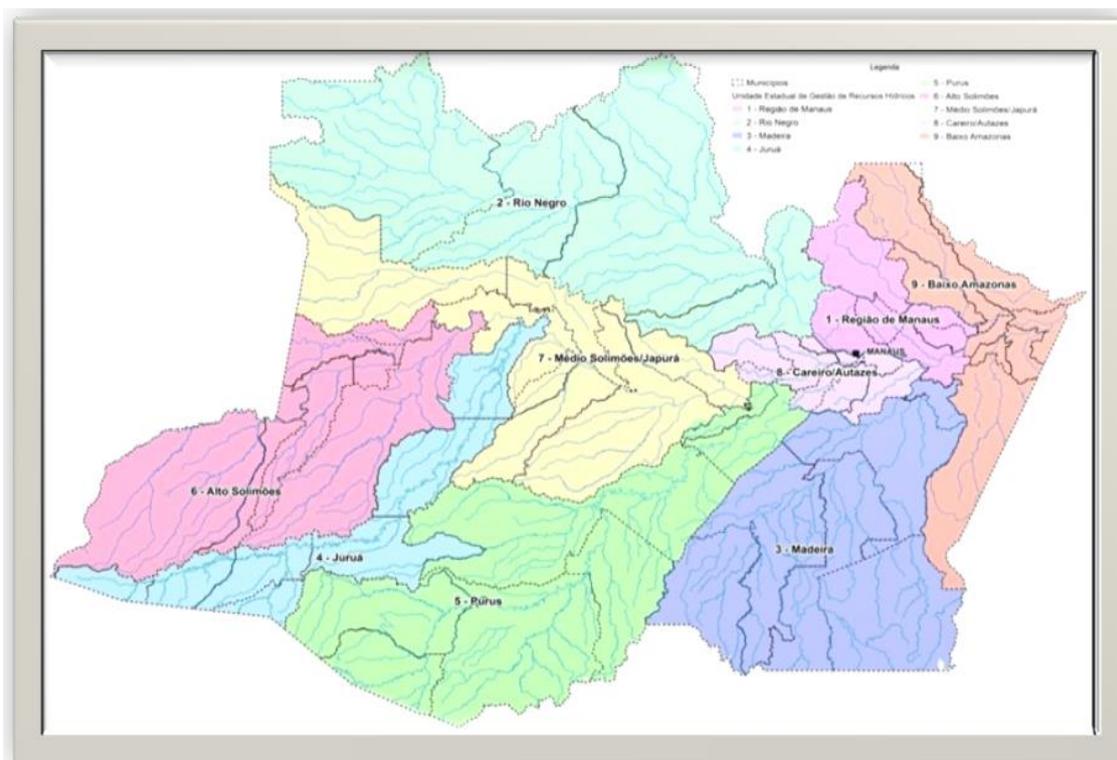
Após três meses da data de publicação da Lei Ordinária nº 4.163 de 09 de março de 2015, ocorreu uma nova alteração na respectiva Lei, através da Lei nº 4.193, de 22 de junho de 2015, repassando a gestão dos recursos hídricos no Estado a SEMA. Por conseguinte, a SEMA é responsável pelo planejamento e pela gestão dos recursos hídricos, e cabe a essa Secretaria coordenar e executar a Política Estadual de Recursos Hídricos, articulando e integrando as suas respectivas políticas com as de âmbito regional e nacional, bem como aquelas que estão elencados no Art.62 da Lei nº 3.167, de 27 de agosto de 2007 [...]. (AMAZONAS/SEMA, 2019, p.22).

Assim sendo, no documento dessa secretaria (AMAZONAS/SEMA,2019), o termo utilizado não é **bacia hidrográfica**, mas **Unidade de Planejamento Hídrico** (UPH). Este cognome foi oficializado pela resolução acima, do CERH-AM

de 2016 que, dividiu o estado do Amazonas em nove Regiões Hidrográficas - RH (Figura 17):

[...] definidas a partir dos limites políticos correspondentes às divisas municipais, não tendo sido utilizados critérios de divisão por bacia hidrográfica, conforme estabelecido em legislação[...]. (AMAZONAS/SEMA, 2019, p.14).

Figura 17: Regiões Hidrográficas (RH) do Amazonas.



Fonte: AMAZONAS/SEMA-AM (2019, p. 14).

As mencionadas RH foram subdivididas em **Unidades de Planejamento Hídrico (UPH)**, no total para o Amazonas de 44 UPH. A delimitação permitiu que o rio Solimões/Amazonas ficasse como o receptor das bacias contribuintes tanto da Faixa Justafluvial Direita (FJD) como a Esquerda (FJE). No caso, da Bd de Educandos, a RH é a 2-Rio Negro, e a UPH que a constitui é a do Baixo Negro (Figura 18):

fluviais, neste caso, respectivo ao Alto/Superior e Médio Perfil longitudinal, cujo igarapé determinante é o Quarenta, e sua bacia de drenagem (Bd), Educandos.

A dependência de uma rede hidrográfica de igarapés, em específico relacionada aos cursos fluviais estudados, faz parte de uma complexidade geradora da (re)organização do espaço geográfico urbano de Manaus, Amazonas.

Um dos pontos importantes que se identificou no estudo e, ocorre com frequência na Amazônia é a maneira como publicações denominam as unidades hídricas. Exemplo: quando se *fala* ou escreve os termos *igarapé* e/ou *cabeceira* (são vocábulos regionais de consenso para a Geografia Física) está relacionado aos canais fluviais, segundo Sioli (1984;1985), os de: *água clara* com *transparência de 1,10 - 4,30 metros* (água de cor verde a verde oliva); ou de *água preta*, com *transparência de 1,30 - 2,90 metros* (água cor marrom-oliva a marrom-café).

Fazendo um reporte às seções fluviais do igarapé do Quarenta, por ser afluente da Sbh do rio Negro (faz parte do Escudo das Guianas): o tipo é *água preta*; e a cor da água em sua gênese é *marrom café*.

Os igarapés estão relacionados aos sistemas fluviais que entrecortam as unidades de relevo da Terra Firme. A rede fluvial das seções de estudo modela este tipo de unidade geomorfológica. A esse respeito, Sternberg (1998) é um pioneiro na caracterização da *Terra Firme* como uma unidade geomorfológica, em cujas cheias fluviais, próprias do período sazonal da Amazônia não ultrapassam seus terrenos, ao contrário do que ocorre quando as cotas se elevam sobre a Planície Amazônia/Várzea (a outra unidade de relevo) em alguns locais ou em todas as restingas (terrenos com maiores altimetrias).

A Terra Firme da cidade de Manaus é parte da evolução da paisagem geomorfológica, articulada com a Formação Alter do Chão, segundo a sua composição:

A Formação Alter do Chão é composta por intercalações de arenitos, argilitos, siltitos e, subordinadamente conglomerados, predominantemente vermelhos. As camadas de granulação grosseira mostram composição ortoquartzítica a arcósica, com feldspatos frequentemente alterados para caulinita. Ocorrem frequentemente arenitos brancos caulínicos [...]. (ANA, 2015, p.50)

Na área de Manaus, as exposições da Formação Alter do Chão consistem em depósitos de canal fluvial, compostos por conglomerados e arenitos contendo estratificações cruzada acanalada, cruzada tabular e plano-paralela e em depósitos de planície de inundação, caracterizados por

arenitos finos com laminações plano-paralela e cruzada, estratificações cruzadas tabular e acanalada, intercalados por lamitos bioturbados. Camadas e silicificadas de siltitos e arenitos finos a médios vermelhos [...]. (SARGUES, 2007, p.14).

A cobertura vegetal primária pertence a Floresta Ombrófila Densa e Aberta (Floresta de Terra Firme), sobre Baixos Platôs da Amazônia Centro-Oriental (DANTAS; MAIA, 2010).

No estudo em pauta, por delimitar o objeto de estudo no enfoque da fisiografia fluvial, a análise contemplou a paisagem na topografia (Platô, Vertente e Baixo) das seções fluviais/Cursos Fluviais do Alto/Superior e do Médio da Bd de Educandos. A respeito do solo dominante é o Latossolo Amarelo Distrófico. A presença deste sem nenhum *encapamento urbano* (calçamentos, prédios etc.), dotado de fragmentos de vegetação, inclusive espécies nativas, apenas nas áreas:

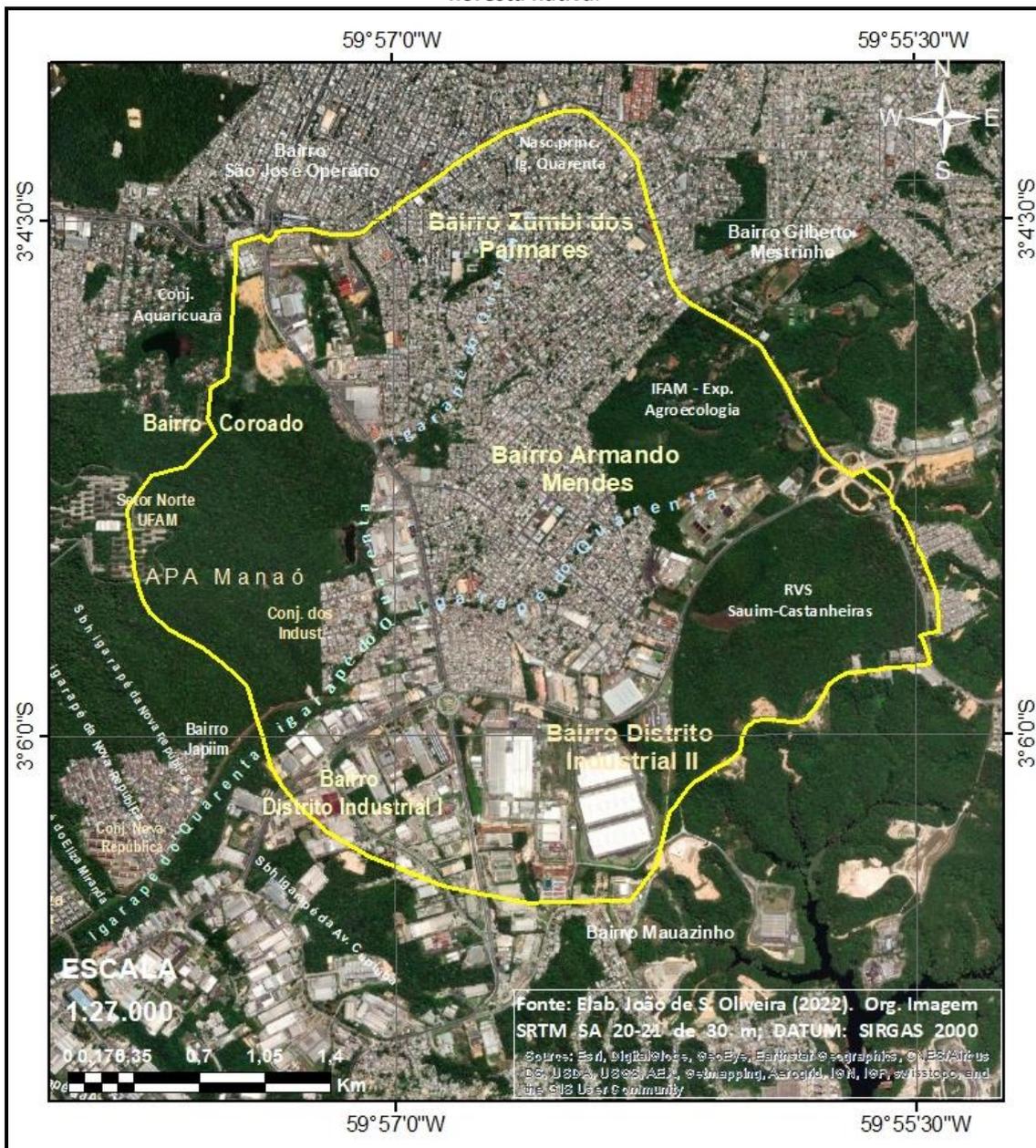
a) do antigo **Projeto de Permacultura da Escola Agrícola Federal**, atualmente de responsabilidade do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM), o qual desenvolve projetos de agroecologia. Imóvel do IFAM é delimitado em dois bairros (Armando Mendes e Gilberto Mestrinho), mas somente o Bairro Armando Mendes está no território hidrográfico do Curso Superior do igarapé do Quarenta (**Mapa 06**);

Nesta área foram registradas vegetação terciária, secundárias e fragmentos de espécies florísticas nativas. A maior quantidade se apresenta na área do Platô do igarapé (Floresta de Platô de Terra Firme), e na Vertente (Floresta Mata Ciliar). Embora haja nascentes, estas não estão em boas conservação, principalmente por conta da ausência de Mata de Igapó.

b) da **Reserva Ecológica de Sauim-Castanheiras (RVS)**, descrita no Capítulo II está no delimitado do Bairro Distrito Industrial II (**Mapa 06; Figura 16**). A maior diversidade registrada foi a espécie castanheira da Amazônia (*Bertholletia excelsa*), todavia são remanescentes de plantio planejado a cerca de cinco décadas atrás (PACHECO, 1999).

Existem outras espécies de vegetação típicas da classe de uso e ocupação do solo *capoeira*. Na área das nascentes há fragmentos de variedades nativas nos três gradientes hidrográficos: floresta de platô, mata ciliar e mata de igapó. Com essa cobertura vegetal, o solo na área do igarapé está bem conservado, mesmo com a vegetação secundária, pois está o recobre das intempéries.

Mapa 06: Curso Fluvial Superior do Igarapé do Quarenta: Áreas de vegetação com fragmentos de floresta nativa.



Fonte: Org. João Oliveira, 2022

c) **Área de Proteção Ambiental Floresta Manaós (Mapa 07)**, abrange o Curso Fluvial Superior (sudeste do Bairro do Coroadó) e o Curso Fluvial Médio (Bairro Japiim, sul do Bairro de Coroadó). Nesta última seção fluvial se encontra a maior parte do fragmento florestal de áreas urbana da Amazônia com espécies nativas, em específico na propriedade de domínio: da Universidade Federal do Amazonas (Bairro do Coroadó).

Mapa 07: Curso Fluvial *Médio* do Igarapé do Quarenta: Áreas de vegetação com fragmentos de floresta nativa.



Fonte: Org. João Oliveira, 2022

Na propriedade onde está o **Parque Arthur Virgílio Filho**, sob gestão da Prefeitura Municipal de Manaus, localizado no Bairro do Japiim, no que se refere à situação do solo, registrou-se a presença física na área da APP de nascente. Na maioria desse parque o solo recebera *encapamento cimentado*. As espécies de vegetação na maioria são exóticas.

Nas áreas de APP de rios que ficam entre os Condomínios e Conjuntos Residenciais 31 de Março, Atílio Andreazza, Elisa Miranda, Nova República, Jardim dos Industriários – **Quadro 02**, limites com a APA Manaós (**Mapa 06 e 07**), a

cobertura vegetal nativa (Floresta de Terra Firme) tem sido retirada para dar local para a expansão das etapas dessas infraestruturas habitacionais. Esses Condomínios/Conjuntos recebem uma licença em todo o processo de implantação até a ocupação pelos (as) moradores (as), entretanto entendem que podem e expandir o seu imóvel para dentro das Unidades de Conservação, a exemplo da referida APA, com edificações inclusive de piscinas.

Outra situação das APP de rios e de nascentes são refletidas nas perturbações da geomorfologia fluvial que vai sendo alterada para dar lugar para as infraestruturas urbanas e com isso causam impactos como no mosaico de fotografias (**Figura 19**).

Figura 19: Mosaico de Fotos de Perturbações Ambientais na Fisiografia Fluvial dos Cursos Fluviais Médio e Alto/Superior: Distrito Industrial I, Armando Mendes, Zumbi dos Palmares.



Fonte: João Oliveira (2020-2022)

3.2.1.1 Aspectos da fisiografia fluvial nos Cursos Fluviais Superior e Médio da UPH de Educandos

Como supramencionado a fisiografia fluvial é um dos elementos da geodiversidade, dos temas que abrange estão a hidrologia e a geomorfologia fluvial. Entre os trabalhos de pioneiros voltados a fisiografia fluvial, relativos a UPH de Educandos, dois possuem parâmetros importantes para a análise do sistema fluvial desta década de 2020:

a) Pacheco (1999) direcionou os registros de dados concernentes a tríade da dinâmica fluvial e realizou medidas de vazão, sedimentos em suspensão,

sedimentos totais, medidas superficiais de velocidade de fluxo, taxa pluviométrica/dia e medidas diárias de temperatura do ar e umidade relativa do ar nos três cursos fluviais e relação desses dados com os impactos identificados;

b) Vinte anos depois, Frota Filho (2019, p. 51) fez levantamento geomorfológicos voltados a caracterização geral sobre a morfologia e outros parâmetros, cuja síntese apresentou em um quadro demonstrativo (**Figura 20**):

Características morfológicas da bacia: Área (A), Perímetro (P), Largura (B) e Comprimento (L); **Parâmetros de Drenagem:** Densidade de Drenagem (Dd), Densidade Hidrográfica (Dh), Extensão do Percurso Superficial (Eps), Índice de Sinuosidade I_{sin} , Coeficiente de manutenção (Cman) e L de Hack; **Características Geomorfológicas;** Relação do Relevo (R_h), Gradiente dos Canal Principal (G), Índice de Rugosidade (Ir), Coeficiente de Massividade (Cmas) e Coeficiente Orográfico (Co) e; **Comparação com o Círculo:** Relação de Enlongamento (R_e), Índice de Circularidade (I_c) e Índice de Compacidade (I_k)...(FROTA Filho, 2019, p. 51).

Figura 20: Características da Bacia de Drenagem de Educandos

Quadro 1: Síntese das características da Bacia Hidrográfica Educandos				
	Parâmetros	Cálculo	Unidade	Valor
Características Morfológicas	Área (A)	$A = L \cdot B$	Km ²	45,120
	Perímetro (P)	P	Km	36,800
	Comprimento do eixo da bacia (L)	L	Km	11,977
	Largura (B)	B	Km	4,361
Parâmetros de Drenagem	Número de canais da bacia	N	Unidade	86
	Comprimento do canal principal	L_b	Km	12,600
	Densidade de Drenagem (Dd)	$Dd = L_t / A$	Km/Km ²	1,613
	Densidade Hidrográfica (Dh)	$Dh = N / A$	Km/Km ²	1,901
	Extensão do Percurso Superficial (Eps)	$Eps = 1 / 2Dd$	Km	0,310
	Índice de Sinuosidade I_{sin}	$I_{sin} = L / L_t$	-	1,050
Lei de Hack	Coeficiente de manutenção (Cman)	$Cman = 1 / Dd \times 1000$	m/Km ²	620,347
	L de Hack	$L = 1,5 \cdot A^{0,6}$	Km	14,747
Características Geomorfológicas	Varição	$(L - L_{Hack}) / L$	(%)	-0,343
	Amplitude Altimétrica (Δa)	$\Delta a = H - h$	m	70
	Relação do Relevo (R_h)	$R_h = \Delta a / L$	-	0,671
	Gradiente dos Canal Principal (G)	$G = [(H - h) / L] \times 100$	%	0,638
	Textura da Topografia (Tt)	$Tt = 0,219649 + 1,115 \log Dd$	-	0,451
	Índice de Rugosidade (Ir)	$Ir = H \times Dd$	m	60,189
	Coeficiente de Massividade (Cmas)	$Cm = Am / A$	-	1,177
Coeficiente Orográfico (Co)	$Co = Am \times Cm$	m	62,609	
Relação com o Círculo	Relação de Enlongamento (R_e)	$R_e = 1,128 \cdot A^{0,5} \cdot L^{-1}$	-	0,027
	Índice de Circularidade (I_c)	$I_c = 12,57 \cdot A \cdot P^{-2}$	-	0,419
	Índice de Compacidade (I_k)	$I_k = 0,2821 \cdot P \cdot A^{-0,5}$	-	1,545

Fonte: Armando Brito da Frota Filho (2019, p.51)

Neste estudo, o diagnóstico que basilar a análise, enfoca as premissas da morfogênese, da morfologia, e da geométrica dos igarapés das seções fluviais do Alto e Médio deste trabalho e a respectiva classificação tendo como um dos parâmetros as Faixas Justafluviais Direita (FJD) e Esquerda (FJE), a partir do que segue:

Do ponto de vista de **hierarquia morfogenética**, as obras clássicas de Christofletti (1980), mais a de Suguio e Bigarella (1990), expõem sobre a constituição básica da fisiografia fluvial.

Os referidos, ressaltam os conceitos para cada classificação estrutural, a partir de Willian Morris Davis explicando que, os canais fluviais são atribuídos obedecendo a posição de cada um, em concordância com as camadas da rocha no território da UPH e/ou Bacia de drenagem (Bd) como o citado:

Os **rios consequentes** são aqueles cujo curso foi determinado pela declividade do terreno, em geral, coincidindo grosso modo com o mergulho das camadas geológicas. Estes rios formam cursos retilíneos e paralelos fluindo rumo às partes baixas [...].

Os **rios subsequentes** são rios cujo sentido de fluxo é controlado pela estrutura rochosa, sempre acompanhando zonas de fraqueza, tais como falhas, diaclasamento, rochas menos resistentes, etc. [...].

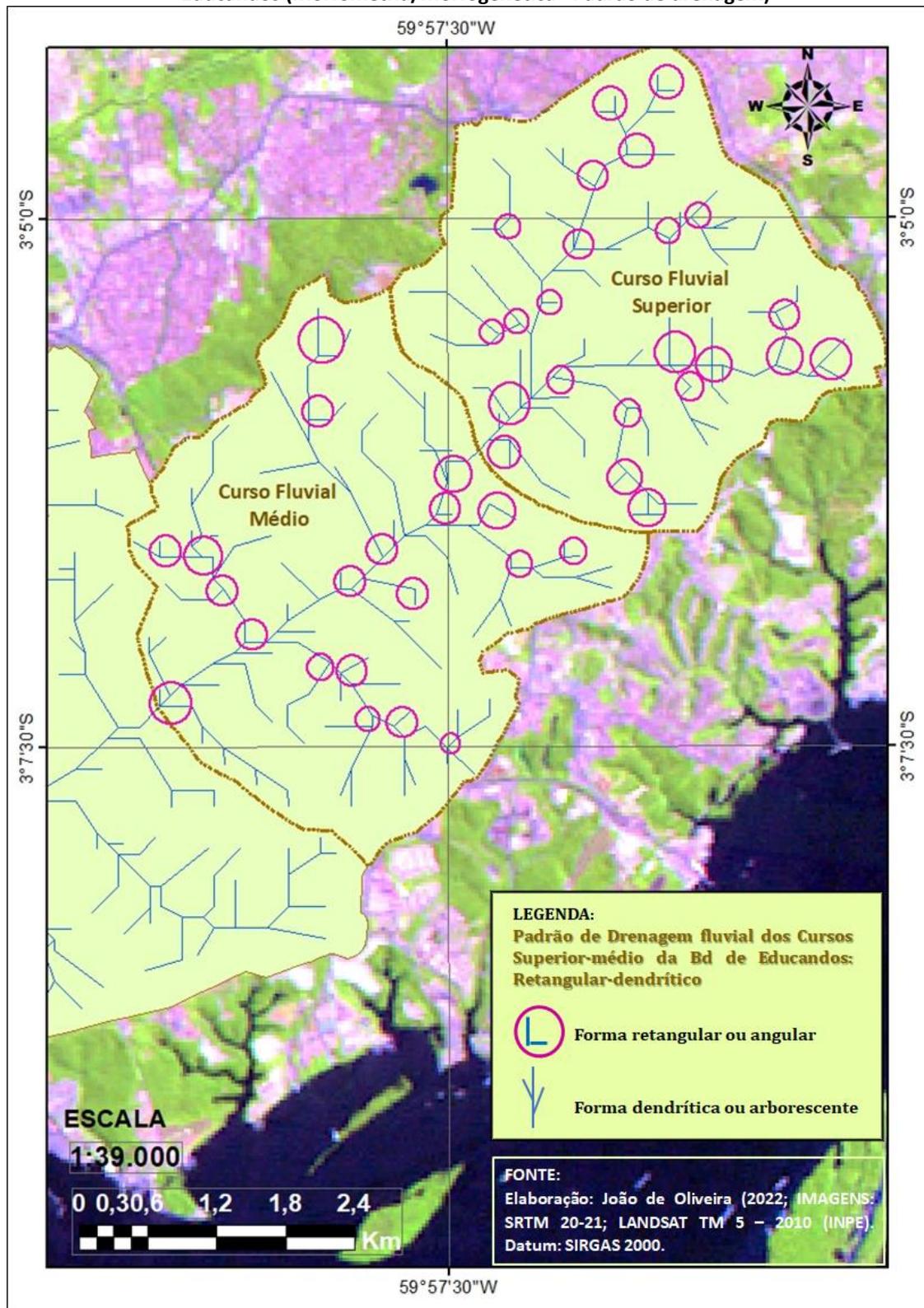
Os **rios obsequentes** são rios que correm em sentido inverso ao mergulho das camadas geológicas, isto é, em sentido oposto ao dos rios consequentes. Estes rios, via de regra, possuem pequena extensão. Em geral descem de escarpas e terminam nos rios subsequentes.

Os **rios ressequentes** são aqueles que fluem no mesmo rumo dos rios consequentes. Nascerem em nível topográfico mais baixo, possuem curso menor e desaguam num rio subsequente tributário do rio consequente principal.

Os **rios insequentes** são aqueles que não apresentam qualquer controle geológico visível na posição espacial da drenagem. Devido à falta do controle estrutural tais rios tendem a desenvolver-se sobre rochas homogêneas representadas tanto por sedimentos horizontais como por rochas ígneas. (SUGUIO; BIGARELLA, p.14-15).

Partindo dessa categorização clássica da genética dos rios/igarapés, o **Quadro 08** mostra como essas foram definidas para a própria rede hidrográfica dos cursos fluviais Alto e Médio da Bd de Educando (**Mapas: 06, 07 e 08**), levando em conta que é uma UPH.

Mapa 08: Rede Hidrográfica do Igarapé do Quarenta: Seção Fluvial do Alto e do Médio da UPH/Bd de Educandos (Morfometria/Morfogenética - Padrão de drenagem)



Fonte: Org. Joao de Oliveira (2022)

Quadro 08: Classificação Morfogenética dos igarapés de rede hidrográfica das Seções Fluviais do Médio e Alto do Igarapé do Quarenta: Bd de Educandos.

CLASSIFICAÇÃO	HIERARQUIA MORFOGENÉTICA
Rios/Igarapés Consequentes	O igarapé predominante/principal/determinante denominado como igarapé do Quarenta no seu curso é consequente.
Rios/Igarapés Subsequentes	<u>Seção Fluvial do Médio Curso</u> Afluentes (Sbh) do igarapé determinante (igarapé do Quarenta): 10 igarapés da FJD e 11 igarapés da FJE
	<u>Seção Fluvial do Alto Curso</u> 04 igarapés afluentes da FJD e 05 igarapés afluentes da FJE
Rios/Igarapés Obsequentes	<u>Seção Fluvial do Médio Curso</u> Subafluentes da FJD: 03 da Sbh igarapé SEDUC-ULBRA; 02 da Sbh igarapé do Elisa Miranda; 02 da Sbh igarapé da Nova República I.
	Subafluentes da FJE: 04 da Sbh Dist. Industrial Matrinxã-R.Iça; 05 Sbh Distrito Industrial I e II – Moto Honda; 01 Sbh da R. Cupiúba.
Rios/Igarapés Ressequentes	<u>Seção Fluvial do Médio Curso</u> Subafluentes da FJE: 02 da Sbh igarapé SEDUC-ULBRA; 02 da Sbh igarapé do Elisa Miranda; 02 da Mbh Nova República I
	Subafluentes da FJD: 04 da Sbh igarapé do Distrito Industrial I e II – Moto Honda; 01 da Sbh igarapé da Av. Abiurana; 03 da Sbh igarapé da R. Cupiúba
Rios/Igarapés Insequentes	<u>Seção Fluvial do Alto Curso</u> Nascente Principal - subafluentes da (Sbh) do igarapé determinante (igarapé do Quarenta): 05 igarapés da FJD e 06 igarapés da FJE; Nascente Secundária – subafluentes da Sbh do igarapé determinante: 06 igarapés da FJD e 03 igarapés da FJE.

Fonte: Org. João Oliveira, 2022

Embora não haja o termo *hierarquia*, mas as inclinações das camadas geológicas, demonstram estruturalmente a evolução geomorfológica de acordo com a altitude. Esses indicadores podem ser verificados:

i) na distribuição geral da rede de drenagem fluvial: consequente (canal predominante); subsequente (afluente principal que disposto longitudinalmente na mesma posição do principal de montante a jusante); os rios obsequente, ressequente e insequente são subafluentes.

ii) da especificação do maior gradiente (altitude e relevo), no caso do alto curso fluvial onde se encontra a nascente principal, mais as nascentes secundárias, e terciárias, de canas fluviais *insequentes*. No caso deste tipo de igarapé, aparenta não ser controlado topograficamente ou estruturalmente, todavia o insequente desenvolve-se *sobre rochas de resistência uniforme ou sobre o regolito*, a exemplo das rochas sedimentares (SUGUIO e BIGARELLA, 1990, p. 15).

b) Morfometria dos igarapés da UPH/Bd Educando

Os mesmos autores (CHRISTOFOLETTI, 1980; SUGUIO E BIGARELLA, 1990), também escreveram sobre os padrões de drenagens fluviais voltados para a geometria dos canais hidrográficos, entre os quais se faz o destaque ao **retangular-dendrítico**, tido como atípico dentre a maioria das padronagem. As características morfométricas desse tipo se atribuem para a rede fluvial dos cursos fluviais Alto/Superior e Médio, do igarapé do Quarenta da UPH/Bd Educando (**Mapa 08**). Pachêco (1999) e Delgado (2022), que realizaram estudos nesse sistema fluvial, classificaram com essa forma mista, quer na Faixa Justafluvial Direita (FJD) ou na Faixa Justafluvial Esquerda (FJE).

Muito embora Christofolletti (1980), tenha contextualizado os conceitos dos padrões morfométricos, mas a obra em que cita a denominação **retangular-dendrítico** foi a de Suguio e Bigarella (1990, p.17):

O padrão retangular-dendrítico estabelece-se sob 2 rochas de comportamento homogêneo, cortadas por fraturas relativamente espaçadas. Os rios principais sulcam o terreno subsequentemente formando um padrão retangular ou angular, enquanto que os demais afluentes são de caráter insequente e padrão dendrítico. A presença de confluências em ângulos retos, no padrão dendrítico (retangular-dendrítico), constitui anomalia que frequentemente pode ser atribuída aos fenômenos tectônicos.

c) Padrão Morfométrico e Morfogenético dos Afluentes dos Cursos Fluviais Alto/Superior e Médio da d de Educandos

A morfometria está intrinsecamente relacionada com a morfogênese. Sendo assim, as anomalias angulares da padronagem retangular-dendrítica ocorrem com maior frequência no curso Fluvial do Alto/Superior. Este é composto por 85 canais fluviais, interligados em dezenove (19) canais de afluentes principais, distribuídos na Faixa Justafluvial Direita (FJD) e na Faixa Justafluvial Esquerda (FJE) categorizados na sua morfogênese de subsequentes. Os subafluentes destes são insequentes pela forma sem padrão específico (**Quadro 08; Mapa 08; Tabela 04**).

Tabela 04: Hierarquia dos Afluentes principais das Seções Fluviais do Alto /Superior e Médio da UPH/Bd de Educandos.

Afluentes Principais por Hierarquia Fluvial					
Redes hidrográficas das Seções Fluviais da Bd de Educandos	Canais Fluviais				Total
	Curso Fluvial Médio		Curso Fluvial Superior		
	FJD	FJE	FJD	FJE	
1. ^a Ordem	06	07	05	07	25
2. ^a Ordem	03	02	04	01	10
3. ^a Ordem	01	02	-	02	05
Total de igarapés (Afluentes /Sbh)	10	11	09	10	40

Fonte: Org. J. Oliveira (2021-2022) do Diagnóstico do PIGEOP

No Curso Fluvial Médio há 21 afluentes principais, constituídos por 97 canais fluviais. Os referidos estão estruturados nas duas faixas justafluviais (FJD e FJE) conforme a **Tabela 04**, as falhas e fraturas angulares distribuídas no gradiente menos elevado que a seção fluvial a montante.

Do ponto de vista da classificação morfogenética, os igarapés afluentes são subseqüentes, os subafluentes dependendo da acomodação das camadas geológicas são obseqüentes e resseqüentes.

As morfometrias, quer no curso fluvial superior quer no curso fluvial médio ocorrem na confluência entre dois canais de 1^a ordem ou de um canal nesta ordem com outro de um canal principal.

3.2.2 Parâmetros e Pesos da Carta de PIGEOP: a situação da geodiversidade dos cursos fluviais do Alto/Superior e Médio a partir dos serviços ambientais e os serviços ecossistêmicos

Os parâmetros e pesos da Carta PIGEOP foram estabelecidos para uma maior interpretação dos resultados e tabulação dos dados da fisionomia da paisagem.

3.2.2.1 Compreensão conceitual: Serviços Ecossistêmicos, Serviços Ambientais, Funções Ecossistêmicas, e Desserviços.

Pela análise dos dados é importante apresentar sob qual discussão conceitual se fará, uma vez que há conflitos de compreensão entre os serviços ecossistêmicos (SE) conceitos e os serviços ambientais (SA).

Os dois conceitos são aplicados nesta análise conforme suas definições.

O primeiro (SE), parte do marco conceitual pioneiro propagado pelo casal de cientistas californianos da Universidade de Stanford (PAUL e ANNE EHRLICH), no livro *Extinction: the causes and consequences of the disappearance of species*.

Esses autores abordaram (seção do livro: *Extinções e serviços ecossistêmicos*) que, os ecossistemas são dotados de funções ecossistêmicas em cujos processos tecem suas complexas redes gerando benefícios próprios de seu metabolismo natural, denominados de serviços ecossistêmicos.

Segundo eles, o maior risco de extinção de SE decorre da falta de controle ambiental pela sociedade humana, no que tange à manutenção do equilíbrio dos ecossistemas e/ou sistemas naturais (biótico e abiótico), com os quais se relacionam, principalmente os suportes provedores de: alimentos, plantas medicinais, fontes de energia, produtos para construção, fontes de energia, controle biológico e outros (EHRLICH e EHRLICH, 1981).

Nessa perspectiva, tomando como marco teórico os autores acima, mais Constanza (1997), Alcamo (2003) e MEA (2005), Machado e Pacheco (2010), organizaram o seguinte conceito de SE:

Os Serviços Ecossistêmicos são benefícios obtidos dos ecossistemas, classificados em: serviços de provisão - produtos obtidos dos ecossistemas (alimentos, água doce, fibras, produtos químicos entre outros); serviços de regulação - obtidos da regulação de processos ecossistêmicos (Exemplo: regulação do clima, regulação da água, regulação das doenças); serviços culturais - benefícios intangíveis obtidos dos ecossistemas sejam espirituais, paisagísticos, estéticos; e, serviços de suporte - aqueles necessários para a produção de todos os outros serviços ecossistêmicos (formação do solo, ciclagem de nutrientes e produção primária). (MACHADO; PACHECO, 2010, p.73-74).

No que se trata ao conceito *serviços ambientais* este estudo corrobora com: Delgado (2022); Projeto Lei Municipal 2021, do Novo Código Ambiental de Manaus (tramitação); a legislação de 2015 do estado do Amazonas; e a lei federal de 2021:

Por serviços ambientais poder-se-á conceituar como aqueles que poderão ser mitigados e/ou recepcionados com ações coletivas ou de qualquer viés (pública, privada, comunitária) envolvendo a sociedade humana, a fim conservar, preservar, recuperar os serviços ecossistêmicos de um dado sistema natural como os fluviais (igarapés, rios, lagos e outros), a exemplo dos igarapés urbanos dos cursos[...]. (DELGADO, 2022, p.117).

O Código Ambiental de Manaus (Lei nº 605, de 24/07/2001), no *Capítulo IV – Dos Conceitos Gerais*, como efeito de lei, o conceito que mais se aproxima desta abordagem é *ecossistema*. Em trâmite para aprovação se encontra o referido Projeto de Lei municipal, no qual se identificou várias inclusões, inclusive no *Capítulo V, Art. 8, inciso XXVII - serviços ambientais: atividades individuais ou coletivas que favorecem a manutenção, a recuperação ou a melhoria dos serviços ecossistêmicos*;

A Lei Estadual do Amazonas nº 4.266 de 2015, *Capítulo I, Art.2*, regulamenta os serviços ambientais, mas somente para o urbano:

XXIX - serviços ambientais urbanos: processos e funções ecológicas relevantes, gerados pela interação entre os ecossistemas e os ambientes urbanos, em termos de manutenção, recuperação ou melhoramento das condições ambientais, em benefício do bem-estar e segurança das populações urbanas e demais populações do planeta.

Na legislação federal (Lei nº 14.119, de 13/01/2021) as descrições para ambos os conceitos (SE e AS) são correlativos com os citados:

II - **Serviços ecossistêmicos:** benefícios relevantes para a sociedade gerados pelos ecossistemas, em termos de manutenção, recuperação ou melhoria das condições ambientais, nas seguintes modalidades:

a) serviços de provisão: os que fornecem bens ou produtos ambientais utilizados pelo ser humano para consumo ou comercialização, tais como água, alimentos, madeira, fibras e extratos, entre outros;

b) serviços de suporte: os que mantêm a perenidade da vida na Terra, tais como a ciclagem de nutrientes, a decomposição de resíduos, a produção, a manutenção ou a renovação da fertilidade do solo, a polinização, a dispersão de sementes, o controle de populações de potenciais pragas e de vetores potenciais de doenças humanas, a proteção contra a radiação solar ultravioleta e a manutenção da biodiversidade e do patrimônio genético;

c) serviços de regulação: os que concorrem para a manutenção da estabilidade dos processos ecossistêmicos, tais como o sequestro de carbono, a purificação do ar, a moderação de eventos climáticos extremos, a manutenção do equilíbrio do ciclo hidrológico, a minimização de enchentes e secas e o controle dos processos críticos de erosão e de deslizamento de encostas;

d) serviços culturais: os que constituem benefícios não materiais providos pelos ecossistemas, por meio da recreação, do turismo, da identidade cultural, de experiências espirituais e estéticas e do desenvolvimento intelectual, entre outros;

III - **Serviços ambientais:** atividades individuais ou coletivas que favorecem a manutenção, a recuperação ou a melhoria dos serviços ecossistêmicos;

Há de se observar que a descrição para o termo *serviços ambientais* é exclusivamente voltado para as decisões decorrentes das ações da sociedade humana seja física ou jurídica. No caso do Brasil, a institucionalização tem como objetivo regulamentar como poderão ser realizadas as ações mitigadoras, sobretudo os procedimentos para o Pagamento pelo Serviço Ambiental.

A legislação do Amazonas estabelece inclusive quem serão agentes e a denominação da métrica para a unidade de serviço ambiental (Capítulo I, Art.2, da Lei Estadual do Amazonas nº 4.266 de 2015):

II - Agentes de serviços ambientais: todas as pessoas físicas ou jurídicas que contribuam, desenvolvam, promovam, utilizem, regulem, executem e invistam em atividades que beneficiam a manutenção, a integridade ou melhoram e recuperam funções e processos geradores dos serviços ambientais;

[..]

XXXVII - unidade de serviço ambiental: unidade métrica utilizada para aferir qualidade e quantidade a respeito de um determinado serviço ambiental.

Para conceber a ideia dos conceitos descritos, junta-se a eles o de *Funções Ecológicas* e da perda destas pelos *Desserviços* para as diversas atividades do sistema ambiental rural e no sistema ambiental urbano:

i) *Funções Ecológicas* (FE)

Por função ecológica compreende-se aquela que se refere às funções ecológicas de produção para os serviços ecológicos fundamentais, principalmente os de suporte e os reguladores (POLASKY, 2008).

A importância das FE é fundamental, pois a produção dos serviços ecológicos (SE) está na dependência dos processos de equilíbrios, metabolizados pelos sistemas naturais. Isto porque há espécies *determinantes* e *chaves*, as quais são mantenedoras das condições naturais de todo o ecossistema.

Exemplo:

Quantidade e Qualidade da água de um sistema hidrográfico - dependem da elevação hidráulica e elevação vertical, do Estado ecológico da Floresta de cada gradiente topográfico (faixas justafluviais na área de Platô ou de Restinga Alta- Floresta de Terra Firme ou Floresta de Várzea; nas vertentes - a Floresta de Mata Ciliar ou Mata de Várzea; Floresta de Igapó, na área de baixio dos igarapés ou

nos ambientes aluviais, constituído pela vegetação as arbustivas, gramíneas e outras aquáticas).

Nestas composições, sem perturbações ambientais, o solo, o sistema radicular das plantas e os outros sistemas bióticos e abióticos irão proporcionar nutrientes, além de manter a dinâmica fluvial equilibrada (erosão, transporte, deposição), logo a disponibilidade de *água azul e água verde* tomando como aportes da Conferência Internacional da UNESCO/PARIS em 1998, sobre Água e Desenvolvimento Sustentável, as publicações de Christofidis (2006 a e b) e, em específico a de Pacheco *et al.* (2011, p. 02):

Um dos elementos vitais para a permanência das espécies vivas e para o equilíbrio do ambiente biofísico-químico é a água. Entre dados de estudos publicados e de conferências internacionais (...), a respeito desse elemento hídrico, distribuído sobre os continentes, calcula-se a recepção de um total aproximado de 110.000 mil km³. Deste total, 44 mil km³, denominada de **água azul**, precipita-se alimentando os cursos de água em seus aquíferos, assim como se incorporando aos vegetais e demais organismos. A outra parte (66.000 km³), chamada de **água verde** processa-se pela evapotranspiração, constituindo o equilíbrio do ciclo natural da água.

Os estudos que incluem o conhecimento da complexidade como ocorre os processos ecológicos e a interação complexa subsidia a avaliação de sistemas naturais como as seções fluviais da UPH/Bd de Educandos.

ii) Desserviços (DSE)

Dentre os conceitos atribuídos para *desserviço*, este estudo faz a seguinte alusão:

- Power (2010), corrobora com os pressupostos de Zhang *et al.*(2007); Dale e Polasky (2007), quanto aos efeitos que definem os DSE, ao realizarem análises da relação das atividades agrícolas sobre os processos ecossistêmicos, provocadores de impactos negativos aos sistemas de produção que necessitam dos serviços ecossistêmicos, como a descrição desse autor:

[...] desserviços ecossistêmicos da agricultura incluem aplicações de pesticidas que resultam em perda de biodiversidade e resíduos de pesticidas nas águas superficiais e subterrâneas, o que degrada os serviços de abastecimento de água fornecidos pelos agroecossistemas. Além disso, a agricultura modifica a identidade da espécie e a estrutura radicular da comunidade vegetal, a produção de serapilheira, a extensão e o tempo de cobertura vegetal e a composição da comunidade biótica do solo, todos os quais influenciam a infiltração e

retenção de água no solo. A intensidade da produção agrícola e as práticas de manejo afetam tanto a quantidade quanto a qualidade da água em uma paisagem agrícola. Práticas que maximizam a cobertura vegetal, como cultivo mínimo, policulturas ou sistemas agroflorestais, provavelmente diminuirão o escoamento e aumentarão a infiltração. As práticas de irrigação também influenciam o escoamento. (POWER, 2010, p.2964-2965);

- Ferraz *et al.* (2019), definem o conceito de desserviços ecossistêmicos como a contraposição aos serviços ecossistêmicos, pois enquanto estes,

[...] estabelecem a noção de processos benéficos, os primeiros [DSE] indicam a ocorrência de processos prejudiciais, danosos ou nocivos. Apesar de ser uma divisão conceitual um tanto quanto reducionista e antropocêntrica, do ponto de vista prático, elucida com clareza as inter-relações de causa e efeito entre os processos naturais e as ações antrópicas sobre o meio ambiente. [...]. (FERRAZ et al.,2019, p.34).

Os desserviços que impactam as funções promovedoras de serviços ecossistêmicos ocorrem nas áreas de produção agrícola, assim como nos centros urbanos como o caso estudado, em parte do território de um sistema hidrográfico da UPH de Educandos. Os principais dados estão representados no **Mapa 09**. A **figura 21** traz a descrição e respectiva análise dos parâmetros da **Carta de PIGEOG**, complementado com as **Figuras 22 e 23**, e o **Quadro 09** com os principais desserviços no território hidrogeográfico.

Figura 21. CARTA PIGEOG: Carta de Protocolo de Inventariamento Geográfico: Funções e Categorias dos Serviços Ecológicos produzidos e mantidos pelos Serviços Ambientais das Seções Fluviais do Alto e Médio cursos do igarapé do Quarenta da UPH/Bd Educandos.

Parâmetros da Geodiversidade da Paisagem Fisiografia Fluvial dos Cursos Fluviais Médio (CFM) e Superior (CFS) do igarapé do Quarenta		Serviços Ecológicos			Pontuações da Intensidade das Perturbações						Estado dos SE Total	
		SA/SP	SR	SC	00-10	11-20	21-30	31-45	46-65	66-85	86-100	Pontos
1. Parâmetros específicos: Florestas Nativas, Vegetação Secundária, Solo, Geomorfologia Fluvial da Terra Firme.												
1.1	Situação das Florestas nativas de Terra Firme no perfil longitudinal dos canais e das nascentes (ecossistemas, solo, ar, água) na topografia do CFM-CFS											
1.1.1	Floresta nativa do platô da Reserva Sauim-Castanheira	SA/SP	SR	SC							87	87
1.1.2	Floresta nativa do IFAM	SA/SP	SR	SC						75		75
1.1.3	Floresta nativa da APA Manaós	SA/SP	SR	SC							87	87
1.1.4	Floresta nativa do platô (Mata de Terra Firme) - CFS	SA/SP	SR	SC				45				45
1.1.5	Floresta nativa na vertente (Mata Ciliar) - CFS	SA/SP	SR	SC				45				45
1.1.6	Floresta nativa no Baixio (Mata de Igarapé) - CFS	SA/SP	SR	SC		20						20
1.1.7	Floresta nativa nas nascentes dos igarapés (Mata de Igarapé: aningais/chavascais, buritizais (Mauritia flexuosa), embaubeiras (Cecropia Sp) - CFS	SA/SP	SR	SC			30					30
1.1.8	Floresta nativa do platô (Mata de Terra Firme) - CFM	SA/SP	SR	SC						67		67
1.1.9	Floresta nativa na vertente (Mata Ciliar) - CFM	SA/SP	SR	SC						65		65
1.1.10	Floresta nativa no Baixio (Mata de Igarapé) - CFM	SA/SP	SR	SC	10							10
1.1.11	Floresta nativa nas nascentes dos igarapés (Mata de Igarapé: aningais/chavascais, buritizais (Mauritia flexuosa), embaubeiras (Cecropia Sp) - CFM	SA/SP	SR	SC					50			50
1.2	Situação da Vegetação secundária nas APP e condição do solo											
1.2.1	Solo e Vegetação secundária na borda justafluvial		SR	SC				40				40
1.2.2	Solo e Vegetação secundária na vertente		SR	SC			30					30
1.2.3	Solo e Vegetação Frutíferas	SA/SP	SR	SC					60			60
1.2.4	Solo e Vegetação de Jardinagem urbana		SR	SC					60			60
1.3	Condição do solo											
1.3.1	O Solo do Platô na seção fluvial do Médio Curso	SA/SP	SR	SC				40				40
1.3.2	O Solo nas Vertentes na seção fluvial do Médio Curso	SA/SP	SR					40				40
1.3.3	O solo na seção de foz dos tributários do Médio Curso Fluvial	SA/SP	SR					40				40

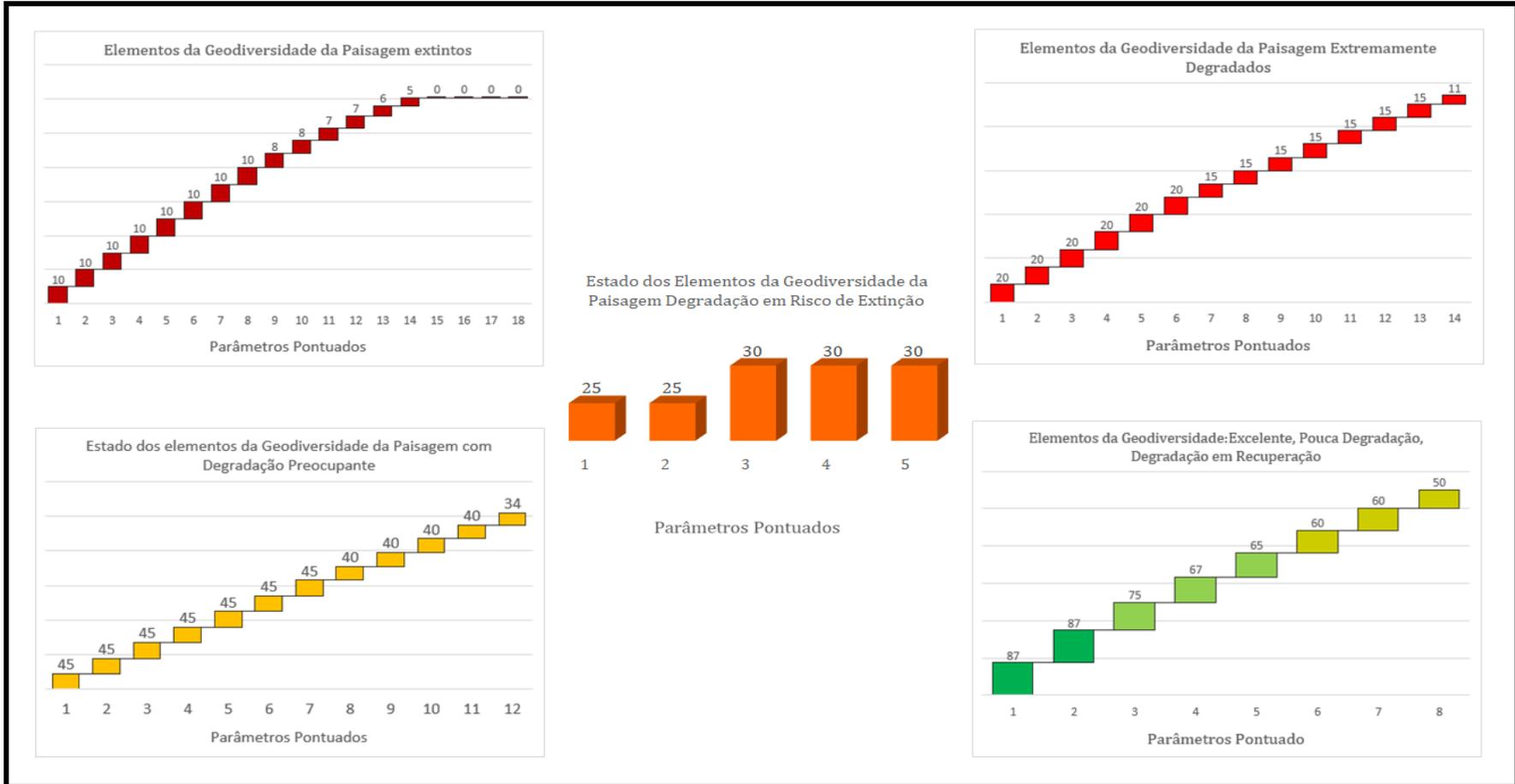
1.3.4	O Solo no Platô da seção fluvial do Alto Curso	SA/SP	SR		10						10
1.3.5	O Solo nas vertentes da seção fluvial do Alto Curso	SA/SP	SR				25				25
1.3.6	O solo na seção de foz dos tributários dos Curso Fluvial Superior	SA/SP	SR				25				25
1.4 A situação da <i>geomorfologia fluvial</i> no CFM-CFS											
1.4.1	Fisiografia Fluvial (leitos de escoamento, Perfil Longitudinal e Transversal) dos igarapés tributários	SA/SP	SR	SC				45			45
1.4.2	Fisiografia Fluvial (leitos de escoamento, Perfil Longitudinal e Transversal) no igarapé do Quarenta (principal)	SA/SP	SR	SC				45			45
1.4.3	A dinâmica fluvial (Taxas: erosão, transporte, deposição)		SR	SC				34			34
1.4.4	Estabilidade das bordas/margens (FJD e FJE) dos igarapés		SR	SC				45			45
1.4.5	Estabilidade das nascentes		SR					45			45
1.4.6	Estabilidade dos Tributários da rede de drenagem		SR				30				30
1.4.7	Estabilidade Canal principal: igarapé do Quarenta		SR					45			45
1.4.8	Alteração pela extinção de nascentes e de canais principais dos afluentes		SR		10						10
1.4.9	Alteração pela extinção de nascentes principais do ig. do Quar		SR		10						10
1.4.10	Alteração pela extinção de canais geradores do ig. do Quarenta		SR		10						10
1.4.11	Alteração pela canalização de canais geradores do ig. do Quarenta		SR			20					20
1.4.12	Alteração pelo assoreamento de canais geradores do ig. do Quarenta		SR			20					20
1.4.13	Alteração pelo assoreamento de canais principais dos afluentes		SR			20					20
1.4.14	Alteração pela canalização de canais principais dos afluentes		SR		10						10
1.5 Parâmetros físicos da Água na Bd do Igarapé do Quarenta											
1.5.1	Qualidade da Transparência das águas	SA/SP	SR	SC	07						07
1.5.2	Qualidade da Potabilidade da água	SA/SP	SR	SC		11					11
1.5.3	Qualidade do Odor da água na vazante fluvial	SA/SP	SR	SC	07						07
1.5.4	Utilização de abastecimento Doméstico	SA/SP	SR	SC		15					15
1.5.5	Qualidade da Cota de Água na Cheia Fluvial	SA/SP	SR	SC	08						08
1.5.6	Qualidade da Cota de Água na Vazante Fluvial	SA/SP	SR	SC	05						05
1.5.7	Gradientes dos cursos fluviais navegáveis	SA/SP	SR	SC	00						00
1.5.8	Navegabilidade na cheia fluvial na área dos tributários		SR	SC	00						00
1.5.9	Navegabilidade na cheia fluvial no rio principal		SR	SC	00						00
1.5.10	Navegabilidade na vazante fluvial nas seções fluviais		SR	SC	00						00

Parâmetros de Dessestamentos pelo uso e ocupação do solo urbano nas seções fluviais médio e superior (SFM-SFS) e curso fluvial médio-superior (CFM-CFS)							
2. Parâmetros específicos do uso e ocupação do solo: Estruturas e infraestruturas urbanas							
2.1 Predomínio de estruturas urbanas							
2.1.1	Prédios sobre APP		20				20
2.1.2	Prédios sobre APP dos tributários	10					10
2.1.3	Prédios sobre APP de nascentes	10					10
2.1.4	Prédios sobre APP de rios		20				20
2.2 Infraestruturas urbanas sobre APP							
2.2.1	Infraestruturas urbanas sobre APP na foz dos tributários		15				15
2.2.2	Infraestruturas urbanas sobre APP de nascentes		15				15
2.2.3	Infraestruturas urbanas sobre APP dos rios		15				15
2.2.4	Infraestrutura urbana na vertente do rio principal		15				15
2.3 Impactos nos Cursos Principais Aspectos da água da rede fluvial dos cursos fluviais Médio e Superior							
2.3.1	Presença de esgotos com despejos para os igarapés	06					06
2.3.2	Presença de residências- sobre o leito de escoamento no igarapé		15				15
2.3.3	Presença de residências-palafitas na borda direita/esq. do igarapé		15				15
2.3.4	Existência de descartes domésticos (lixos) nos igarapés	08					08

PESOS PONTUADOS	ESTADO DAS FUNÇÕES E SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS	LEGENDA
86 a 100 Pontos	Estado dos Elementos da Geodiversidade da Paisagem com fisiografia excelente	
66 a 85 Pontos	Estado dos Elementos da Geodiversidade da Paisagem com pouca degradação	
46 a 65 Pontos	Estado dos Elementos da Geodiversidade da Paisagem com degradação em recuperação	
31 a 45 Pontos	Estado dos elementos da Geodiversidade da Paisagem com degradação preocupante	
21 a 30 Pontos	Estado dos Elementos da Geodiversidade da Paisagem degradação em risco de extinção	
11 a 20 Pontos	Estado dos Elementos da Geodiversidade da Paisagem extremamente degradados	
00 a 10 Pontos	Estado dos Elementos da Geodiversidade da Paisagem extintos	
< menor	Quanto menor for o ponto maior é a perturbação à geodiversidade da paisagem	
> maior	Quanto maior for a pontuação menor a perturbação à geodiversidade da paisagem	

Fonte: Elaborado por Joao Oliveira (2022)

Figura 22: Mosaico dos Parâmetros da Geodiversidade da Paisagem da Carta de PIGEOG - Cursos Fluviais Médio (CFM) e Superior (CFS) do Igarapé do Quarenta



Fonte: Carta de PIGEOG, estruturada por João Oliveira (2020-2022).

Mapa 09: Perturbações/Desserviços na Fisiografia dos Cursos Fluviais do Alto e Médio da UPH/Bd de Educandos.

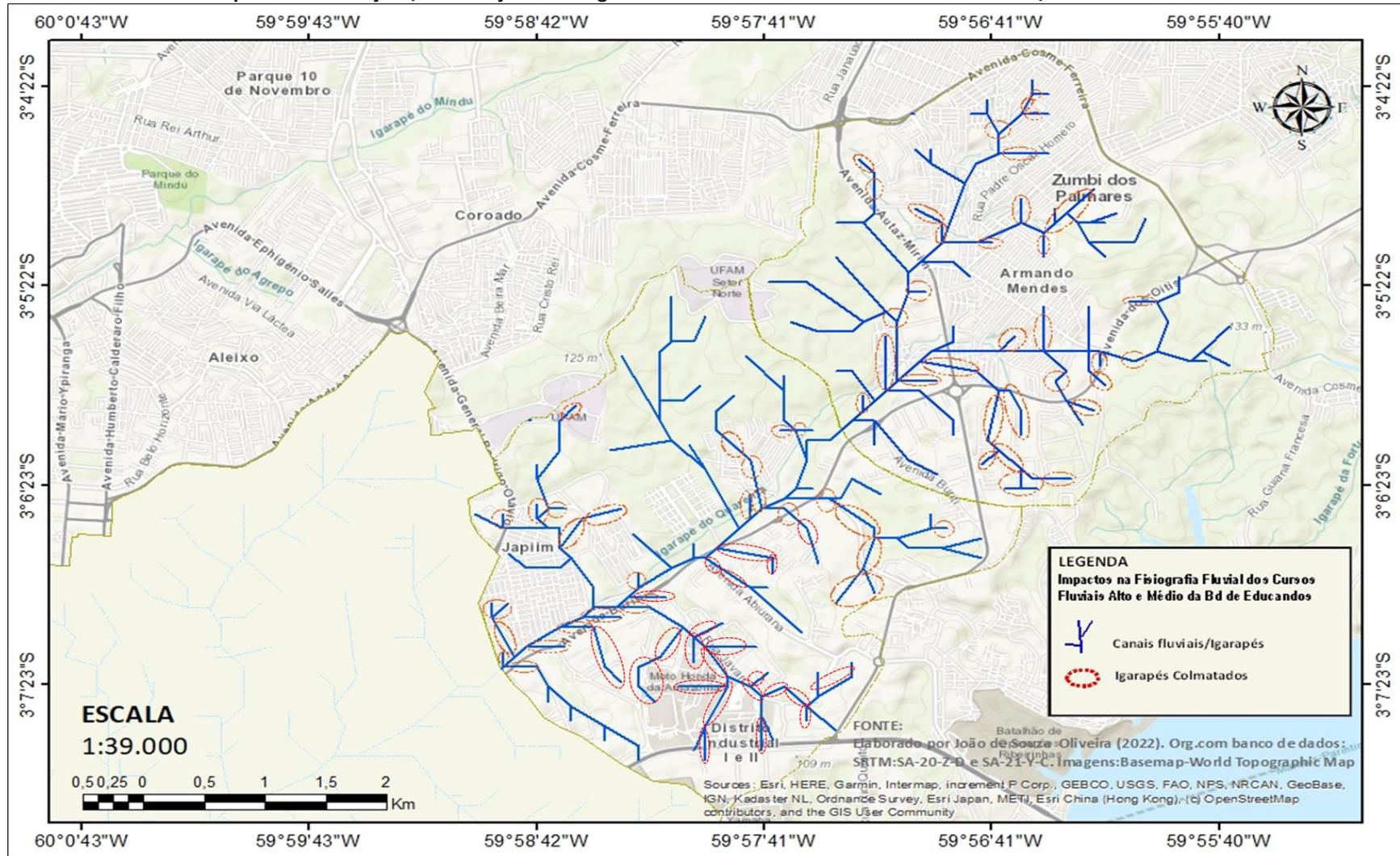


Figura 23: Desserviço: Estado ecológico, hidrológico e hidrográfico da área dos afluentes e canais do igarapé do Quarenta no local das principais nascentes.



Fonte: João Oliveira (2020-2022).

Quadro 09: Desserviços na Fisiografia das Redes hidrográficas dos Cursos Fluviais da Bd de Educandos

		Hierarquia Fluvial: Faixa Justafluvial Direita (FJD) e Faixa Justafluvial Esquerda (FJE)	Afluentes Principais da Gênese Fluvial	Canais Fluviais Colmatados, Canalizados, Assoreados
Curso Fluvial Superior	1. ^a Ordem ^a	FJD	05	02 afluentes
		FJE	07	03 afluentes
	2. ^a Ordem	FJD	04	Formadores da 2. ^a ord.; 09 de 1. ^a ord.
		FJE	01	Formadores da 2. ^a ord.: 02 de 1. ^a ord.
	3. ^a Ordem	FJD	-	Não há tributário com canal de 3.^a Ordem
		FJE	02	Montante: De 06 canais formadores do canal principal , 02 de 3.^a Ordem foram extintos. Da mesma forma estão extintos: 02 de 2. ^a ord.; 06 de 1. ^a ord.; Jusante: Esse afluente possuía de 07 canais formadores de seu igarapé principal de 3.^a Ordem + 01 de 2. ^a ord. Foram extintos: 01 de 3.^a Ordem . Constitui-se de 04 de 2. ^a Ordem , formados de 11 de 1. ^a Ordem . Destes, 04 de 2. ^a Ordem + 09 de 1. ^a Ordem colmatados.
Subtotal			19	
Curso Fluvial Médio	1. ^a Ordem	FJD	06	03 afluentes totalmente impactados pelos conjuntos habitacionais e, 01 igarapés que atravessa todo o Conjunto Habitacional Nova República, cujo registro perfaz aproximados 50% de colmatagem.
		FJE	07	Foram totalmente colmatados 05 afluentes e 01 parcialmente impactado nas APP.
	2. ^a Ordem	FJD	03	O canal principal da Sbh do igarapé do Elisa Miranda é formado por 05 canais de 2. ^a Ordem. O formador da área de foz foi colmatado pelo desmatamento de corte raso para a construção de uma via de acesso e alteração estreitamento no igarapé do Quarenta.
				Quanto aos canais de 1. ^a ordem estão em excelentes condições por estarem na APA Manaó.
				No Conjunto Nova República há duas Sbh: o canal principal da Sbh do igarapé da Nova República é constituído de 02 canais de 2. ^a ordem.
				Um (1) que está a montante foi colmatado para a construção de casas e vias, além de dois imóveis irregulares nas APP de rios, nos limites da APA Manaó.
Há 4 canais de 1. ^a ordem. Dois que estavam nas APP de rios foram colmatados pelo uso e ocupação do solo urbano de forma irregular (casas e acessos irregulares).				
FJE	01	O canal principal da Sbh do igarapé do Distrito Industrial Matrinxã-Iça é constituído de três canais de 2. ^a ordem: -Um (01) que compõe a foz fora colmatado para a construção das casas do Conjunto Habitacional Manaus 2000. -Os canais de 1. ^a ordem e respectivas nascentes não estão e boas condições, pois há poucos fragmentos de vegetação...		

Cont...

Curso Fluvial Médio	FJE	01	... desmatamento ´por corte raso e prédios tanto na APP de rios como de nascentes.
			-O canal de 2ª ordem da Sbh do igarapé Abiurana foi colmatado para dar local para Prédios do Parque do Distrito Industrial, e trecho da Avenida Buriti.
			-Os canais de 1ª ordem e respectivas nascentes possuem cobertura vegetal (fragmentos de mata ciliar e de mata de igapó).
	FJD	01	Da Sbh do Igarapé da SEDUC-ULBRA, o canal principal é formado por 3 canais:
			-01 canal angular foi colmatado para construção de infraestruturas da ULBRA;
			-04 canais de 2ª. ordem foram extintos pelas construções de casas irregulares no bairro Japiim e pavimentação no trecho da Av. Rodrigo Otávio Jordão;
			-02 Canais de 1ª ordem estão na área do Parque <i>Lagoa do Japiim</i> , e do Supermercado Atacadão: 01 passou por alteração; e o outro colmatado. As suas nascentes estão muito comprometidas, devidos aos constantes desmatamentos por corte raso;
			-Quanto aos canais fluviais de 1ª ordem que se encontravam atravessando o imóvel ocupado pela ULBRA e o da área de nascente principal que estava na parte ocupada pela Faculdade de Educação Física (UFAM) foram colmatados;
			-Em ambos os imóveis das IES, o impacto ocorreu para ocupação de prédios e infraestruturas dessas Instituições de Ensino Superior;
	FJE	02	-Após sair do Minicampus (UFAM) há um despejo direto de carga difusa, inclusive dejetos humanos despejados das fossas "biológicas" direto para o igarapé principal.
Na FJD desta Sbh o maior impacto é nos seus canais de 1ª e 2ª ordem.			
Sbh igarapé do Distrito Ind. I e II-Honda (jusante) de:			
-14 canais de 1ª ord., 11 foram colmatados			
FJE	02	-Desses canais extintos, 09 nascentes se encontram precariamente;	
		-Dos 03 canais de 2ª ord., os 03 foram colmatados;	
		-De 06 canais de 3ª ord., que formam o canal principal, 05 foram colmatados.	
		Da Sbh igarapé da R. Cupiúba, colmatados:	
		-01 canal de 3ª ord. e parte do canal de 2ª ord., formadores do canal principal foram colmatados por ocupação dos prédios do Parque Industrial da Zona Franca de Manaus;	
		-Nos tributários do Alto Curso foram colmatados: 01 canal de 2ª ord.; 03 canais de 1ª ord.	
Subtotal de afluentes o Curso Médio		21	
Total de afluentes Cursos Fluviais Médio e Superior		40	

Fonte: Org. João Oliveira, 2022

3.2.2.2 Os serviços ambientais e os serviços ecossistêmicos antagonia de conceitos e práticas perduráveis na UPH/Bd de Educandos

A partir dos conceitos atribuídos nos tópicos anteriores, a complexidade de como se relacionam e integram, assim como proporcionam a perdurabilidade ambiental de uma dada fisionomia da paisagem, também antagonicamente poderão retratar as perturbações em várias magnitudes.

Na condição que se apresenta os cursos fluviais médio e superior da UPH/Bd de Educandos, mostradas nos parâmetros da Carta de Protocolo de Inventariamento Geográfico, os quais foram gerados a partir dos registros constantes do **Mapa 09 das perturbações/desserviços, Quadro 08** desserviços e **Figura 23** mosaicos de fotos não mostram perdurabilidade ambiental.

Na seção fluvial do curso superior do igarapé do Quarenta tem as suas principais nascentes na exaustão devido as diversas perturbações que chegam as extinções de canais fluviais, uma vez que a primária (1ª ordem) está nos fundos dos imóveis apesar da cobertura vegetal, todavia serve para receber esgotamento sanitário. Os seus canais de 2ª e 3ª ordem desse extremo estão extintos, desapareceram entre as residências e vias públicas.

Os registros demonstram essas perdas de funções ecossistêmicas, uma vez que desapareceu parte do gradiente longitudinal e o do perfil transversal. Logo o sistema fluvial está perdendo os serviços de abastecimento e o de regulação. Esses desajustes seguem à jusante, mesmo nas Áreas de Proteção Ambiental (APP Manaós e Refúgio Sauim-Castanheira). Se as perdas ocorrem na fisiografia fluvial, direta e indiretamente impossibilitam as funções de exercerem os processos de produção de serviços ecossistêmicos.

As perdas e perturbações mostradas nas ilustrações são maiores que os serviços ambientais (arborização nas vias públicas, entre outras com espécies frutíferas, criação de duas APA) proporcionados aos serviços ecossistêmicos perdidos. Na **Carta de PIGEOG**, estes são os parâmetros específicos com melhores resultados da produção de serviços ecossistêmicos fundamentais para a perdurabilidade ambiental:

1. Parâmetros específicos: Florestas Nativas, Vegetação Secundária, Solo, Geomorfologia Fluvial da Terra Firme.

1.1 Situação das Florestas nativas de Terra Firme no perfil longitudinal dos canais e das nascentes (ecossistemas, solo, ar, água) na topografia do CFM-CFS.

1.2 Situação da Vegetação Secundaria nas APP e condição do solo.

Soma-se nesses oito (08) parâmetros, o total de 501 pontuações, os quais são identificadores da qualidade dos Elementos da Geodiversidade (Excelente, Pouca Degradação, Degradação em Recuperação):

a) a maior taxa do Estado Ambiental (EA) se encontra na FJD do Curso Fluvial Médio (Bairros do Coroado e Japiim) que é constituída pela Floresta da APA Manaós, modelada pela área hidrográfica das nascentes de cinco (05) tributários em condições apropriadas;

b) no Curso Fluvial Superior, a sobrevivência da UPH/Bd de Educandos está na Floresta, onde ocorre os experimentos da agroecologia do IFAM (Bairro Armando Mendes) e na Floresta do Refúgio da Vida Silvestre *Sauim-Castanheiras* (Bairro do Distrito Industrial II).

3.3 A Perdurabilidade Ambiental as Funções Ambientais e o Paradigma do Sistema Complexo

A geodiversidade da paisagem, estudada pelo prisma da fisiografia fluvial, no intuito de entender a situação e compreender a fisionomia dessa, aportou-se da perdurabilidade ambiental junto as outras categorias de análise abordadas nos tópicos anteriores (funções ecossistêmicas e respectivos serviços ecossistêmicos).

Deste modo, a partir da apresentação dos registros (re)organização espacial no território hidrográfico dos cursos fluviais médio e superior da UPH/Bd do igarapé do Quarenta, onde foram selecionados os 57 principais parâmetros estruturados na Carta de PIGEORG.

Nela se mostra, o Estado Ambiental do objeto de estudo, o qual demonstra apenas 08 condições ideais, as quais estão na dependência das funções ambientais, da redução dos desserviços, e erradicação das extinções dos sistemas naturais existentes. Se as perturbações e os desserviços tiverem crescimento exponencial impossibilitarão a qualidade dos serviços de suporte (solo, água, produção de nutrientes, microclima equilibrado e outros). Esses fatores incidem na perdurabilidade ambiental, ao se tomar por base o que escreveu Brandão (2016), e o explicado por Hueting (1998), uma vez que as funções dos ecossistemas poderão não ter forte significado por diversas razões:

Os conceitos de função e perda de função estão, por um lado, ligados à questão do ambiente e, por outro, são determinados pela demanda da função, o que possibilita a medição em unidades físicas (veja abaixo). Assim, a função 'água potável' está atrelada à questão da água e sua qualidade e também à necessidade de beber; a qualidade da água é determinada por processos biológicos. Desta forma, é feita a ligação entre ecologia e economia. (HUETING, 1998, p.21).

Todos esses aparatos de entendimento sobre o que é oriundo dos sistemas naturais constituidores da geodiversidade da paisagem (bióticos e abióticos), bem como a necessidade dos serviços ambientais para o equilíbrio mantenedor da vida, se teria a perdurabilidade ambiental.

Brandão (2016), também expôs em seu estudo que a perdurabilidade em um sistema ambiental está na dependência das várias funções que se cruzam, a partir dos alelogramas de fluxos e fixos conectores das trilhas do espaço-tempo, onde a ordem-desordem, a organização-reorganização são estados das dinâmicas complexas como favoráveis para a manutenção da vida, como alude:

[...] O sentimento de representatividade e pertencimento que perdura por meio das gerações, produz efeitos locais e atuais que dimensionam a perdurabilidade e a sustentabilidade socioeconômica [...]. há outros sentimentos, resultantes de inter-relações, interações e fluídos (relações sociais) que embora imaterialmente, constituem o conjunto harmonioso e equilibrado do sistema ambiental submetido ao referido sistema produtivo. (BRANDÃO, 2016, p.208-209).

Nessa abordagem da perdurabilidade ambiental, o referido autor enfocou o ponto forte dessa (re)produção da fisionomia da paisagem na trilha do espaço-tempo, o pertencimento por meio das estratégias do modo de vida. De certo que, residir em um grande centro urbano como Manaus, e a situação do morar em bairros de *periferias*, com imóveis irregulares, na maioria dos casos não é escolha. Por outro lado, a perdurabilidade pode estar na necessidade de manter o sistema produtivo individual e familiar.

Pode parecer apenas uma falácia do bem-viver na Amazônia entre a realidade do urbano e a do rural, principalmente quando se tem outras realidades de sentimentos, a exemplo dos assentados da agricultura familiar tradicional. Esses parceiros (as) da reforma agrária, escolheram onde desenvolver as estratégias de seu modo de vida, todavia convivem cotidianamente, em suas propriedades na *beira*

dos igarapés, sobressaltados com os vizinhos do agronegócio, os quais os tratam como indesejáveis. Ainda assim, possuem práticas geracionais junto ao seu sistema ambiental, segundo Brandão (2016, p.218):

Para os agricultores familiares os igarapés e/ou as cabeceiras possuem representatividade que vai além do acesso e escoamento de produtos. As inter-relações entre os habitantes e esses locais são significativas e perduráveis entre as gerações, pelo fato de tratar-se de uma referência de onde moram ou estão localizados, pontos de relevância para o seu convívio comunitário. [...] Nessa relação com esses locais encontra-se agregado o significado de uma referência que lhes foi passada transgeracionalmente, caracterizando um valor construído por um processo cultural.

Huetting (1998, p.21), tem toda razão quando ressalta que a *função ambiental* é antagônica entre *funções principais* e *funções secundárias*, uma vez que analisando o sistema fluvial de estudo, o ideal seria o de manter os sistemas naturais provedores de suporte à vida, de outro lado, no mesmo lugar, se objetiva atender as aspirações de uma vida, implementação de políticas (prédios, praças, vias pavimentadas) que, exige a presença do mercado:

[...] a função ambiental do meio ambiente adquire um lugar central na economia, como base da existência do homem, e as perdas ambientais deixam de ser consideradas como externalidades ou efeitos colaterais não intencionais das atividades econômicas.

Perdas de função são muitas vezes deliberadamente permitidas em decisões, notadamente decisões do governo, o único órgão que pode influenciar o grau de disponibilidade de funções concorrentes.

Quando ocorre competição entre funções ambientais, as funções são sempre usadas às custas umas das outras. Nesse processo não é possível, em analogia com os efeitos externos, distinguir entre 'funções principais' e 'funções secundárias'. Tal distinção seria inútil, pois não se pode estabelecer a priori qual uso é o mais importante, economicamente falando. (HUETING, 1998, p.21).

Necessário um planejamento ambiental prévio de uma bacia hidrográfica, inserida no ambiente urbano, levando em consideração os estudos da geomorfologia e da neotectônica, isso pode contribuir para o uso racional e harmônico de seus recursos (FORTES, 2010).

Ao analisar o paradigma da complexidade e articulando o texto desses aportes conceituais para subsidiar a compreensão do sistema ambiental e as respectivas fisionomias da paisagem atual, e o estudo a esse respeito sobre as práticas

perduráveis de proteção dos cursos fluviais superior e médio da UPH/Bd de Educandos, podemos afirmar categoricamente que a floresta nativa de platô está em excelente estado, assim como a APA Floresta Manaós, mas as florestas nativas de baixios estão extintas e as florestas nativas de nascentes estão em risco de extinção. Verifica-se também que não há navegabilidade nesta bacia hidrográfica.

Embora ocorram atividades individuais e coletivas que favoreçam a manutenção e recuperação dos serviços ecossistêmicos, esses serviços ambientais são raros e precisam ser estimulados. Os problemas ambientais existentes na fisionomia da paisagem não devem ser abordados de forma separada, porque nessa visão fragmentada, o meio social torna-se um elemento descartado da realidade existente.

É importante, promover uma quebra de paradigmas para alcançar uma melhor compreensão da realidade por meio do Pensamento Complexo de Edgar Morin. Isso ajuda na discussão mostrando as interações das categorias de análises e como compreender a perdurabilidade ambiental, as funções ambientais e o paradigma do Sistema Complexo.

Um mecanismo importante é a legislação ambiental que pode contribuir no sentido de aplicação das medidas compensatórias sobre os danos ambientais.

O sistema ambiental tem formas vivas como auto-organizadoras. Uma organização que mantém a si mesma, que depende do seu próprio ambiente como fonte de energia e informação, na busca de se retroalimentar na defesa contra ameaças. De outro modo, para defender-se ela degrada energia com o seu trabalho, como também combater fatores exógenos. Está caracterizada na perdurabilidade ambiental e ecossistêmica desta bacia de drenagem que resiste ainda hoje frente força organizadora do sistema complexo.

Essa complexidade de funções como explicam os aportes de estudiosos, dentre outros, Morin (2003), Brandão (2016), Seixas (2018), os quais denotam não ser possível pensar a (re)organização do espaço geográfico se não for de maneira dialógica, uma vez que não se obtém a compreensão da paisagem reduzindo-a aos indivíduos ou à totalidade social.

Nesse contexto, as interações e a ordem-desordem decorrente dos desmatamentos, bem como o uso e ocupação do solo urbano pelo Polo Industrial de Manaus, por imóveis irregulares, na área da bacia de drenagem no estudo de uma

paisagem, não se deve reduzir ou compartimentar os lugares para explicá-los, pois, a quantificação e análise, separada dos elementos constituintes e das diferentes características espaciais, econômicas, ecológicas, não permite dominar o *todo*. Até porque a soma das partes, segundo Morin (2011) é *mais que o todo*.

O estudo possibilitou inventariar os dados da fisiografia da paisagem e as classes de uso e ocupação do solo/terra na bacia de drenagem de Educandos, nos cursos fluviais Médio e Superior.

Assim sendo, é importante ressaltar que os parâmetros geradores de dados na Carta de PIGEOG demonstram os *serviços ecossistêmicos* de provisão, suporte, regulação e culturais, como também os *serviços ambientais* de forma precária para o sistema fluvial.

Os registros analisados na articulação entre os capítulos, além de atenderem aos objetivos do estudo, também poderão facilitar mais outros estudos sobre a realidade das alterações responsáveis pela alteração frequente da fisionomia da paisagem, a partir da organização espacial no urbano de Manaus que só evolui ao longo das décadas.

Sendo assim, tecer argumentos científicos à luz do pensamento Complexo de Edgar Morin, abre possibilidades de construir formas de entender a complexidade das situações-problemas guiadas pelas categorias que se propõe em um estudo científico.

4. CONCLUSÃO

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou:

- ✓ Inventariar as classes de uso e ocupação do solo e/ ou terra nas seções fluviais do Alto e Médio curso da Bd de Educandos;
- ✓ Realizar o embasamento teórico das categorias de análise à luz das obras geográficas e em específico na Teoria da complexidade de Edgar Morin;
- ✓ Delimitar na rede hidrográfica as Áreas de Preservação Permanentes (APP) de rios e de nascentes e nestas, a fisionomia da paisagem pelo uso e ocupação do solo e/ou terra nas últimas duas décadas do século XXI; e
- ✓ Elaborar uma Carta de Protocolo Geográfico com os dados da fisiografia atual dos cursos fluviais alto e médio e, a situação dos serviços ecossistêmicos e dos serviços ambientais existentes no local que são importantes para a manutenção da perdurabilidade ambiental.

Nas observações primárias constatou-se evidências de problemas neste sistema hídrico em virtude das formas de uso e ocupação do solo nos limites desta bacia. Por isso, este trabalho acadêmico contribui, devido questões não discutidas em estudos anteriores sobre a geodiversidade desta bacia de drenagem.

Por isso, de acordo com parâmetros da geodiversidade da paisagem da CARTA de PIGEOG - Curso Fluvial Médio (CFM) e superior (CFS) do igarapé do quarenta e seus tributários foram encontradas as seguintes respostas:

- ✓ Nas áreas de interferência no leito por retificação ou tubulação de canal do igarapé ficou evidente que *não* atende a vazão do escoamento pluvial e do fluvial;
- ✓ As ocupações irregulares por meio das moradias mistas, as moradias padronizadas ou as infraestruturas urbanas cometem infração ambiental seja ela municipal, estadual ou federal; o igarapé tem a função local de moradia sobre seu leito como forma de abrigar moradores de rua e sem teto;
- ✓ A perdurabilidade ambiental é pouco percebida devido as interferências muito importantes de agentes externos;
- ✓ Existem serviços ecossistêmicos neste ambiente complexo mesmo com o crescimento da cidade sobre a bacia e drenagem;
- ✓ Os serviços ambientais no espaço-tempo das últimas duas décadas são percebidos com pouca importância.

O mapeamento sobre a evolução da mudança na fisionomia da paisagem mostra a apropriação dos ecossistemas, sobretudo, as transformações ocorridas em duas décadas. É evidente que durante um grande período aconteça num determinado espaço várias formas de uso e ocupação do solo, devido às consequências do crescimento demográfico.

Considerando a proposta deste estudo e visando compreender melhor na perspectiva do pensamento complexo de Edgar Morin a fisionomia da paisagem desta bacia de drenagem de Educandos, e em virtude da intensa atividade urbana, percebe-se que tem causado a perda da qualidade dos serviços ambientais e ecossistêmicos impactando negativamente na perdurabilidade ambiental.

Portanto, dentro deste aspecto ao analisar a fisionomia da paisagem de antes e a tetralogia de Edgar Morin ***ordem-interações-desordem-organização***, pode-se entender que o momento ***ordem*** são os aspectos naturais temporais do lugar da pesquisa, uma vez que houve um tempo em que o ambiente ou a paisagem estavam com baixa interferência. A paisagem anterior foi modificada para dar lugar a uma outra ***organização*** que são os macroelementos caracterizados pelos bairros que foram implantados nessa nova paisagem.

Por isso, no resgate histórico do lugar da pesquisa é possível compreender a dinâmica destas mudanças na paisagem que são observadas nos mapas do mosaico temporal da fisionomia da paisagem. Na ***desordem***, vale observar que é tudo que envolve o processo de desenvolvimento, crescimento e expansão urbana. Esses fenômenos de mudanças e transformações na paisagem não ocorrem ao acaso, pois tudo isso é fruto de um processo ***interacional***.

Desta forma, o presente trabalho é finalizado com o propósito de que atingiu seus objetivos. Assim sendo, apresenta a confirmação da hipótese oferecida, afirmando que a falta de fiscalização mais efetiva dos órgãos de controle ambiental na aplicação da legislação vigente permite a ocupação das Áreas de Preservação Permanente de rios e de nascentes que provocam a degradação das áreas protegidas da bacia. Os serviços ambientais não são percebidos ou raramente percebidos no espaço-tempo, a construção de tubulação e retificação de canais não atendem à vazão natural do escoamento superficial provocando frequentes alagações no período chuvoso, principalmente devido às atividades industriais e domésticas que interferem

no fluxo gênico e na ordem-desordem-organização e interação da Bd de Educandos nessas últimas duas décadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Sub-Bacias Hidrográficas (DNAEE)**. Brasília (DF): ANA, 1972. Disponível: https://dadosabertos.ana.gov.br/datasets/10480692111f443bb5a38d9bb156851f_0/about Acessado: 01/02/2022.

AGÊNCIA NACIONAL DAS 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)**. v.2, Geologia da Província Hidrogeológica Amazonas. Brasília: ANA, SIP, dez., 2015.

ALARCON, C; GOULART, I; CENAMO, M. **Desafios e Oportunidades para implementação da Lei de Serviços Ambientais do Amazonas: Análise do Progresso após 180 dias da Lei Estadual**. Manaus: Instituto e Desenvolvimento da Amazônia (IDESAM); Gordon and Betty Moore Foundation, 2016. Disponível: <https://idesam.org/en/publicacoes-antigas/estudos-e-artigos/desafios-e-oportunidade-para-a-implementacao-da-lei-de-servicos-ambientais-do-amazonas/> Acesso: 04/05/2022.

ALCAMO, J.; ASH, Neville J.; BUTLER, Colin D.; CALLICOTT, J. Baird; [et al.]. **Ecosystems and human well-being: a framework for assessment**. Washington (D.C.): Island Press/ Millennium Ecosystem Assessment (MEA), 2003.

AMAZONAS. **Lei complementar nº 52, de 30 de maio de 2007**. *Institui a Região Metropolitana de Manaus e dá outras providências*. D.O.E., 30/05/2007 Manaus, Assembleia Legislativa do estado do Amazonas.

AMAZONAS. **Lei complementar nº 52, de 30 de abril de 2009**. *Modifica o artigo 1º, caput da Lei Complementar nº 52, de 30 de maio de 2007*. D.O.E., 30/04/2009, Manaus, Assembleia Legislativa do estado do Amazonas.

AMAZONAS. **Decreto n.º 28.678, de 16 de junho de 2009**. Regulamenta a Lei nº 3.167, de 27 de agosto de 2007, que reformula as normas disciplinadoras da Política Estadual de Recursos Hídricos e do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Diário Oficial Do Amazonas, Poder Executivo, Manaus, AM, 2009, p.1-8.

AMAZONAS. **Lei nº 4.266, de 1º de dezembro de 2015**. *Institui a Política do Estado do Amazonas de Serviços Ambientais e o Sistema de Gestão dos Serviços Ambientais, cria o Fundo Estadual de Mudanças Climáticas, Conservação Ambiental e Serviços Ambientais, altera as Leis Estaduais n.3.135/2007 e 3.184/2007, e dá outras providências*. Diário Oficial do Estado, Poder Executivo do Amazonas, Manaus (AM): D.O.E de 01 dez. 2015, p. 1.

AMAZONAS. Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SEMA. **Gestão de Recursos Hídricos no Amazonas**. Relatório. Manaus (AM): SEMA, 2019.

AMAZONAS. Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Amazonas. **Resolução CERH-AM n. 03, de 21 de julho de 2016.** *Dispõe sobre a divisão do estado do Amazonas em nove Regiões Hidrográficas, para fins de gerenciamento de recursos hídricos e dá outras providências.* Diário Oficial do Amazonas, Manaus, de 31 de outubro de 2016, Manaus, Amazonas, p.4-5.

ANDRADE, D. C.; ROMEIRO, A. R. *Serviços ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e o bem-estar humano.* **Texto para Discussão**, n. 155, fev. 2009. Disponível em: <<http://www.avesmarinhas.com.br/Servi%C3%A7os%20ecossist%C3%AAmicos%20e%20sua%20import%C3%AAno>> Acesso em: 27 maio 2019.

ARAÚJO, Edmar A. S. de Júnior. *Debate sobre a teoria da renda da terra no contexto agrícola, urbano e atual no Brasil.* **Cad. Metrop.**, São Paulo, v. 22, n. 49, set/dez, 2020, p. 705-728.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**; informação e documentação: referências e documentação. Rio de Janeiro, 2002.

_____. **NBR 6027**; informação e documentação: numeração progressiva das seções de um documento. Rio de Janeiro, 2012.

BARBOSA, T. da Rocha. **Ocupações urbanas e a (re) produção das moradias populares em Manaus: estudos no bairro do Coroado e loteamento Rio Piorini.** Orientador: Prof. Dr. José Aldemir de Oliveira. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Sociedade e Cultura na Amazônia – PPGSCA, Instituto de Filosofia, Ciências Humanas e Sociais - IFCHS, Universidade Federal do Amazonas - UFAM, Manaus, Amazonas, 2009.

BATISTA, J. S. A. **caracterização de drenagem urbana no bairro japiim ii, igarapé do quarenta em Manaus-AM.** Disponível em: <https://semanaacademica.com.br/system/files/artigos/artigo_juliane_aracati.pdf>. Acessado em: 30 ago 2022.

BATISTA, Djalma. **O Complexo da Amazônia – Análise do processo de desenvolvimento.** 2º Ed. – Editora Valer, Edua e Inpa, 2007.

BECKER, Bertha K. **Amazônia: geopolítica na virada do III milênio.** 2 ed. Rio de Janeiro. Gramond, 2006.

BERRY, P.; TURKELBOOM, F.; VERHEYDEN, W.; MARTÍN-LÓPEZ, B. *Ecosystem services bundles.* In: POTSCHIN, M.; JAX, K. (Ed.). **OpenNESS Ecosystem Services Reference Book.** 2016. Disponível em: <http://www.openness-project.eu/sites/default/files/SP_Ecosystem-servicebundles.pdf>. Acesso em: 27 maio 2019.

BERTRAND, G. *Paysage et géographie physique globale: esquisse méthodologique*. *Revue géographique des Pyrénées et sud-ouest*, v. 39, fasc. 3, p. 249-272, 3 fig., 2 pol. Phot.h.t. 1968.

BERTRAND, C.; BERTRAND, G. **Uma geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades**. Maringá: Ed. Massoni, 2009. p. 29-56; 304-345.

BERTRAND, Claude; BERTRAND, Georges. *A discordância dos tempos*. In: **Uma geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades**. Tradução de Messias Modesto dos Passos. Maringá (PR): Massoni, 2007, p.315-326.

BERTALANFFY, L. von. **General System Theory**. Foundations, development and applications. New York: George Braziler, 1968.

BOTELHO, Rosângela G.M; Da Silva, GUERRA, A.J. Teixeira. **Erosão e Conservação dos Solos: conceitos, temas e aplicações**. (organizadores) 9º ed. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil, 2014. 340 p.

BOTELHO, R.G.M. **Bacias hidrográficas urbanas**. In: Antonio José Teixeira Guerra (Org.). **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. Cap. 03, p. 71-115.

BOYD, J.; BANZHAF, S. *What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units*. **Ecological Economics**, v. 63, n. 2/3, p. 616-626, Aug. 2007.

BRANDÃO, J. C. M. **Perdurabilidade da agricultura familiar no Projeto de Assentamento de Vila Amazônia**. Orientadores: Dra. Sandra Noda; Dr. Hiroshi Noda. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia (PPG/CASA), Centro de Ciências do Ambiente, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2016.

BRASIL. **Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021**. *Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais; e altera as Leis nº 8.212, de 24 de julho de 1991, nº 8.629, de 25 de fevereiro de 1993, e nº 6.015, de 31 de dezembro de 1973, para adequá-las à nova política*. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília (DF): D.O.U de 11/01/2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. **Lei n. 9.433: Política Nacional de Recursos Hídricos**. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, 1997. 72p. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm. Acesso em: 28.01.2020.

BRASIL. **Lei nº 14.285, de 29 de dezembro de 2021**. Altera as Leis nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, e, nº 11.952, de 25 de junho de 2009, que dispõe sobre regularização fundiária em terras da União, e

6.766, de 19 de dezembro de 1979, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano, para dispor sobre as áreas de preservação permanente no entorno de cursos d'água em áreas urbanas consolidadas. Diário Oficial da União, DOU de 29 de dezembro de 2021.

BRASIL. **Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012.** Altera a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n. 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; e revoga as Leis n. 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, a Medida Provisória n. 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, o item 22 do inciso II do art. 167 da Lei n. 6.015, de 31 de dezembro de 1973, e o § 2º do art. 4º da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Diário Oficial da União, DOU, Poder Executivo, Brasília, DF, 2012.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n. 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis n. 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial da União, DOU de 28 de maio de 2012.

BRASIL. **Lei nº 13.465, de 11 de julho de 2017.** Dispõe sobre a regularização fundiária rural e urbana, sobre a liquidação de créditos concedidos aos assentados da reforma agrária e sobre a regularização fundiária no âmbito da Amazônia Legal; institui mecanismos para aprimorar a eficiência dos procedimentos de alienação de imóveis da União; altera as Leis n.ºs 8.629, de 25 de fevereiro de 1993, 13.001, de 20 de junho de 2014, 11.952, de 25 de junho de 2009, 13.340, de 28 de setembro de 2016, 8.666, de 21 de junho de 1993, 6.015, de 31 de dezembro de 1973, 12.512, de 14 de outubro de 2011, 10.406, de 10 de janeiro de 2002 (Código Civil), 13.105, de 16 de março de 2015 (Código de Processo Civil), 11.977, de 7 de julho de 2009, 9.514, de 20 de novembro de 1997, 11.124, de 16 de junho de 2005, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 10.257, de 10 de julho de 2001, 12.651, de 25 de maio de 2012, 13.240, de 30 de dezembro de 2015, 9.636, de 15 de maio de 1998, 8.036, de 11 de maio de 1990, 13.139, de 26 de junho de 2015, 11.483, de 31 de maio de 2007, e a 12.712, de 30 de agosto de 2012, a Medida Provisória nº 2.220, de 4 de setembro de 2001, e os Decretos-Leis n.ºs 2.398, de 21 de dezembro de 1987, 1.876, de 15 de julho de 1981, 9.760, de 5 de setembro de 1946, e 3.365, de 21 de junho de 1941; revoga dispositivos da Lei Complementar nº 76, de 6 de julho de 1993, e da Lei nº 13.347, de 10 de outubro de 2016; e dá outras providências. Diário Oficial da União, DOU de 11 de julho de 2017.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Diário Oficial da União, DOU Poder Executivo, Brasília, DF, *de 8 de janeiro de 1997.*

BRUNHES, Jean. **Geografia humana.** Barcelona: Editora Juventud, 1948.

CAETANO, Baptista. *Vocabulário das palavras guaranis usadas pelo tradutor da «Conquista Espiritual» do padre A. Ruiz de Montoya. Annas da Bibliotheca Nacional do Rio de Janeiro*, v. vii, 1879-1880; Typ. Nacional, Rio de Janeiro, 1879.

CALENTANO, D. *et al. Desmatamento, degradação e violência no “Mosaico Gurupi” – A região mais ameaçada da Amazônia. Estudos Avançados*, 32 (92), 2018.

CALVO, B. Del Rio. **Avaliação da Influência na drenagem do Igarapé do Quarenta e Orla de Manaus**. Dissertação (mestrado em química) Universidade Federal do Amazonas. Manaus, 2018.

CANTANHEDE, V. P. *Construir, desmanchar: a implantação de conjuntos habitacionais em Manaus - AM e a dissolução da cidade flutuante, em 1967. Revista Libertas.*, v. 15, n.2, p.273-294, ago/dez, 2015.

CHRISTOFIDIS, D. *Água na produção de alimentos: o papel da academia e da indústria no alcance do desenvolvimento sustentável*. In: NASCIMENTO, E. P. do; VIANNA, J. N. de S.[orgs.]. **Economia, Meio Ambiente e Comunicação**. Rio de Janeiro: Garamond. 2006a, p.141-174.

CHRISTOFIDIS, D. *Água e Agricultura*. In: Câmaras dos Deputados. **Os múltiplos desafios da água**. Brasília: Plenarium, Ano III, n. 3.set. 2006b, p.44-69.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise morfométrica das bacias hidrográficas do Planalto de Poços de Caldas**. Tese (Livre Docência). Faculdade de Filosofia, Universidade Estadual de São Paulo, Rio Claro, 1970.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed., São Paulo: Edgard Blucher, 1980.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1981.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: UNESP/ Edgard Blucher. São Paulo, 1999.

COSTANZA, R.; DALY, H. E. *Natural capital and sustainable development. Conservation Biology*, v. 6, n. 1, 1992, p. 37-46.

COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; DE GROOT, R. S.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEILL, R.V.; PARUELO, J.; RASKIN, R. G., SUTTON, P.; VAN DEN BELT, M. *The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature*, v. 387, 1997, p. 253-260.

CORREA, Roberto L. **O espaço Urbano**. 3.ed. São Paulo: Editora Ática, 1995.

COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K. *The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature*, v. 1, 1997, p. 3-15.

CUNHA, S. B; GUERRA, A.J. Teixeira (org.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 13. ed. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil, 2015.

CUNHA, S. B; GUERRA, A.J. T. **Geomorfologia do Brasil**. (Org.) 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2017.

DANTAS, M. E.; MAIA, M. A. M. *Compartimentação Geomorfológica*. In: MAIA, M. A. M.; MARMOS, José Luiz[org.]. **Geodiversidade do estado do Amazonas**. Manaus: CPRM, 2010, p.27-44.

DARDEL, Eric. **O homem e a Terra: Natureza da realidade geográfica**. Tradução Werther Holzer. São Paulo: Perspectiva, 2015.

FREITAS, M. de S.; AFONSO, S. R.; FREITAS, M.A. S. da R. *Definições e conceitos relativos a Lmeo e à delimitação das Áreas de Proteção Permanentes com função hídrica à luz do novo código florestal brasileiro*. In: SILVA, H. C. da (org.). **Gestão de Recursos Hídricos e sustentabilidade**. Ponta Grossa (PR): Ed. Atena, 2019. p. 84-93.

DA SILVA FRANÇA, Andréia Maria. **Aplicação de sensoriamento remoto no estudo da influência da dinâmica sazonal do rio Amazonas sobre a morfologia dos sistemas lacustres**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação do Instituto Nacional de Pesquisa Espacial (INPE), São José dos Campos, 2007.

DAVIDSON, D. A. . **The Evaluation of Land Resources**. 2 ed. Harlow (UK):Longman Sc & Tech, 1992.

DE GROOT, R. S. *Environmental functions as a unifying concept for ecology and economics*. **Environmentalist**, v. 7, n. 2, jun., 1987, p. 105-109.

DE GROOT, R. S.; WILSON, M. A.; BOUMANS, R. M. J. *A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services*. **Ecological Economics**, v. 41, n. 3, jun., 2002, p. 393-408.

DELGADO, Mônica B. de Castro. **As trilhas do espaço-tempo na paisagem das seções fluviais inferior-médio do igarapé do Quarenta: Sistema Hidrográfico de Educandos**. Orientadora: Prof^a. Dr.^a Jesuete Pachêco Brandão. Coorientador: Prof. Dr. José Carlos Martins Brandão. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPG-GEOG, Instituto de Filosofia, Ciências Humanas e Sociais - IFCHS, Universidade Federal do Amazonas-UFAM, Manaus, Amazonas, 2022.

DIEGUES, Antonio C. **A construção da etno-conservação no Brasil: o desafio de novos conhecimentos e novas práticas para a conservação**. São Paulo: NUPAUB, s/d, 2010.

DOS SANTOS A., R. L.; ROSS, J. L. S. **Interpretação das fisionomias da paisagem e sua fisiologia a partir do sensoriamento remoto no sul do Brasil**. *Geoambiente*. n. 30, 2018.

EHRlich, Paul R.; EHRlich, Anne. **Extinction: the causes and consequences if the disappearance of species**. Nova York: Ballantine Book/Random House, 1981.

EHRlich, Paul R.; EHRlich, A. **The end of affluence**. Nova York: Random House, 1974.

EMBRAPA. **Serviços ambientais e a agropecuária**.(cartilha da Embrapa). Normatização bibliográfica: Rosângela Lacerda de Castro (CRB 6/2749). <https://www.embrapa.br/milho-e-sorgo/publicações>. Brasília, 2019.

FELIX, R.; PACHECO, J. B.; BRANDÃO, J. C. M. *Sistemas hídricos e as atividades dos sistemas produtivos na ilha do Careiro*. In: PEREIRA, H. dos S.; CAVALCANTE, K. V.(org.). **Anais...** do III SICASA- Seminário Internacional de Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia; XVI REALP – Encontro da Rede de Estudos Ambientais de Países de Língua Portuguesa. Manaus, Amazonas, p. 394-407, 2014. Disponível: <http://www.realp.unb.br> ; <http://www.reaplp.uevora.pt/>

FERRAZ, R. P. D.; PRADO, R. B.; SIMÕES, M. G.; CAMPANHA, M. M *et al. Serviços ecossistêmicos: uma abordagem conceitual*. In: FERRAZ, R. P. D.; PRADO, R. B.; PARRON, L. M.; CAMPANHA, M. M.[EE.téc]. **Marco referencial em serviços ecossistêmicos**. Brasília (DF):EMBRAPA/ Min. da Agric. Pec. e Abast., p.20-40, 2019.

FERREIRA, G. A. A. F; RODRIGUES, R. A. **Amazônia: chaves múltiplas para a interpretação da realidade**. 1ed. São Paulo: Scortecci Editora, 2012.

FORTES, Mircia R. *Planejamento ambiental urbano em microbacia hidrográfica: uma introdução ao tema*. In: Adorea Rebello (org). **Contribuições teórico-metodológicas da Geografia Física**. Editora da Universidade Federal do Amazonas, p.193-220, 2010

FROTA, K. P. P. *Igarapé do Quarenta: A reprodução do espaço e seus agentes sociais*. Somanlu: **Revista de Estudos Amazônicos**, v. 13, n. 2, 2013.

FROTA Filho, A. B. da. **Alterações na geomorfologia original da bacia do Educandos, Manaus – AM**. Monografia (Bacharelado em Geografia). Departamento de Geografia, Instituto de Filosofia, Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal do Amazonas, 2019.

GAMA, J. R. V. *et al. Comparação entre florestas de várzea e de terra firme do Estado do Pará*. **Revista Árvore**, v. 29, n. 4, p. 607-616, 2005.

GONCALVES, V.; PAES, K.; MOLINARI, D. *Caracterização da Área de Preservação Permanente da bacia do igarapé do Quarenta – Manaus (Amazonas)*. **Revista GEONORTE**, Edição Especial 4, v.10, n.1,2014, p.223-228.

GOULD, Stephan J. **Seta do tempo, ciclo do tempo: mito metáfora na descoberta do tempo geológico**. Tradução de Carlos Afonso Malferrari. São Paulo: Companhia das Letras, 1991.

GUERRA, A. T. **Dicionário geológico-geomorfológico**. 8.ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1993.

GUERRA, A. T. (Org.). **Geomorfologia urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. 280 p.

GUITARRARA, P. "**Manaus**"; **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/brasil/manaus.htm> . Acesso em 24 de julho de 2022.

GRAEFF, O.R. *Licenciamento ambiental urbano hidrográficas urbanas*. In: GUERRA, A. J. T. (Org.). **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. Cap. 06, p.189-226.

HÄGERSTRAND, T. *Survival Arena*. In: CARLSTEIN, T.; PARKER, D.; THRIFT, N. J. (eds). **Timing space and spacing time**. 2v., London: Wiley, p.122-43, 1978b.

HORTON, Robert E. *Erosional development of streams and their drainage basins: Hydrographical approach to quantitative morphology*. **Bulletin of The Geological Society of America**, v.56, n.3, marh, 1945, p.275-370.

HUETING, R. *The Economic Functions of the Environment*. In: EKINS P.;MAX-NEEF, M. (eds.). **Real-Life Economic**. London/New York: Routledge, p.20-24,1992.

HUETING, R.; REIJNDERS, L.; DE BOER, B.; LAMBOOY, J.; JANSEN, H. *The concept of environmental function and its valuation*. **Ecological Economics**, v. 25, n. 1, apr., 1998, p. 31-35.

HUPFFER, H. M.; MALLMANN, F.; WEYERMÜLLER, A. R. *Pensamento complexo e meio ambiente: um diálogo alicerçado nas contribuições de Edgar Morin e Niklas Luhmann*. **Rev. Faculdade de Direito**, v. 44, 2020.

KOZŁOWSKI S.; MIGASZEWSKI Z.; GALUSZKA A. 2004b.*Geodiversity conservation — conserving our geologic heritage*. **Polish Geological Institute Special Papers**, n.13, 2004a, p. 13–20.

KOZŁOWSKI S. *Postępy prac nad ochroną georóżnorodności w Polsce*. **Kosmos**, Problemy Nauk Biologicznych, Polskie Towarzystwo Przyrodników im. Kopernika Ste. t. n. 1-2 (250-251), 2001, p.151-165.

KOZŁOWSKI, S. *Programme of geodiversity conservation in Poland*. **Polish Geological Institute Special Papers**, n.2, 1999, p.15-18.

LA BLACHE, P. V. **Principes de géographie humaine**, Paris: Utz, 1995.

LAKATOS, E. M. MARCONI, M. de A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo:Atlas, 2003.

LAUS Neto, J. A. (1996). *A fisiografia como ferramenta para o planejamento do uso da terra em microbacias hidrográficas – I. Agropecuaria Catarinense*, v.9, n.4, dez.

LEITE, Emerson Figueiredo; ROSA, Roberto. *Análise do uso, ocupação e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Rio Formiga, Tocantins. Observatorium: Revista Eletrônica de Geografia*, v. 4, n. 12, 2012.

MACHADO, T. C.; CAMPOS, M. C. C.; PAGANI, C. H. P.; CUNHA, J. M.; SOARES, M. D. R. *Avaliação do uso e ocupação das áreas de preservação permanente nos anos de 2008 e 2013 na zona urbana de Humaitá, Amazonas. Revista da Universidade Vale do Rio Verde, Três Corações*, v. 15, n. 2, 2017.

MACIEL, F.B. **Assentamentos precários: o caso de Manaus. Caracterização e Tipologia de Assentamentos Precários: estudos de caso brasileiros.** Instituto de Pesquisas Econômicas e Aplicada-IPEA. Brasília, DF, 2016, p.249-306.

MACHADO, Ana Lúcia S.; PACHECO, Jesuete Bezerra. *Serviços ecossistêmicos e o ciclo hidrológico da bacia hidrográfica amazônica-the biotic pump. Revista Geonorte*, v. 1, n. 1, p. 71-89, 2010.

MAGALHÃES, A.; MEDEIROS, M. R. de; SILVA, Z. V. da; GOMES, A.M. B.; ARAÚJO, L. P. de; BRITO, E. O. de. **Dicionário de Geografia.** Enciclopédia do Curso Secundário-Globo. Porto Alegre (RS): Ed. Globo S.A., 1970.

MANAUS. **Lei nº 671, de 04 de novembro de 2002.** Regulamenta o Plano Diretor Urbano e Ambiental, estabelece diretrizes para o desenvolvimento da Cidade de Manaus e dá outras providências relativas ao planejamento e à gestão do território do Município. D.O.M. 05 de nov. 628, Ano III, Manaus, AM, 2002.

MANAUS. **Decreto nº 1503, de 27 de março de 2012.** CRIA a Área de Proteção Ambiental UFAM, INPA, ULBRA, ELISA MIRANDA, LAGOA DO JAPIIM E ACARIQUARA, e dá outras providências. Diário Oficial de Manaus, Poder Executivo, Manaus, AM, 2012.

MANAUS. **Lei nº 02, de 16 de janeiro de 2014.** Institui o Plano Diretor Urbano e Ambiental do Município de Manaus. Diário Oficial de Manaus, Poder Executivo, Manaus, AM.

MANAUS. **Lei nº 2.402 de 16 de janeiro de 2019.** Altera a Lei n. 1.838, de 16 de janeiro de 2014, que *dispõe sobre as Normas de Uso e Ocupação do Solo no Município de Manaus*, e dá outras providências. Diário Oficial de Manaus, Poder Executivo, Manaus, AM, 2019.

MANAUS. **Decreto nº 4515, de 26 de julho de 2019.** Altera o nome da Área de Proteção Ambiental UFAM, INPA, ULBRA, Elisa Miranda, Lagoa do Japiim e Acariquara, criada pelo Decreto nº 1.503, de 27 de março de 2012 e dá outras providências. Diário Oficial de Manaus (D.O.M), Poder Executivo, Manaus, Amazonas, 2019.

MARENGO, J. A. *Condições climáticas e recursos hídricos no Norte Brasileiro. Clima e Recursos hídricos no Brasil*, v. 9, p. 117-161, 2003.

MAXIMIANO, Liz Abad. **Considerações sobre o conceito de paisagem. Raega-O Espaço Geográfico em Análise**. Curitiba (PR): UFPR v. 8, 2004.

MEA. Millennium Ecosystem Assessment. **Overview of the Millennium Ecosystem Assessment**. New York: ONU, 2005. Disponível em: <http://www.millenniumassessment.org/en/About.aspx#2>. Acesso em: 11/julho/2021.

MENUZZI, J. M. *Reflexões sobre epistemologia: Bachelard e Morin. Revista Direitos Culturais*, v. 3, n. 5, p. 217-236, 2010.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS. **Caderno da Região Hidrográfica Amazônica**. Brasília: MMA, 2006.

MORAES, W. A.; OLIVEIRA, I. S.; ALVES, C. N. *Análise ambiental do igarapé do quarenta – entre os bairros Armando Mendes e Educandos, em Manaus-AM. ...Anais*, 15 CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE, Poços de Caldas, 2018.

MORIN, Edgard. **O método. A natureza da natureza** [tradução de Maria Gabriela de Bragança] 2 ed. Publicações Europa – América, 1977.

MORIN, Edgar. **Introdução ao pensamento complexo**. Tradução: Dulce Matos. Paris: Instituto Piaget. Paris, 1991.

MORIN, Edgard. **O método 3. Conhecimento do Conhecimento**. Tradução por Juremir Machado. Porto Alegre: Sulina, 1999.

MORIN, Edgar, 1921- **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. Tradução de Catarina Eleonora F. da Silva e Jeanne Sawaya Carvalho. 2. ed. São Paulo: Cortez; Brasília (DF): UNESCO, 2000.

MORIN, Edgard. **A humanidade da humanidade**. Tradução por Juremir Machado. 4. ed. Porto Alegre: Sulina, 2008.

MORIN, Edgard. **Introdução ao pensamento complexo**. Tradução do Francês por Eliane Lisboa. 5. ed., Porto Alegre: Sulina, 2011.

NASCIMENTO, Márcio Silveira. *Ensino de Geografia e o bairro: Possibilidades de interpretação do espaço urbano. Lat. Am. J. Sci. Educ.* 1, 2015, p. 12109-1-121109-8.

NIETO, L. M. *Geodiversidad: propuesta de una definición integradora. Boletín Geológico y Minero*, v. 112, n 2, 2001, p. 3-12, 2001.

NO AMAZONAS É ASSIM. **Memórias Do Amazonas. História do Bairro: Coroado**. Postado em 30 de julho de 2014. Disponível:

<https://noamazonaseassim.com/historia-do-bairro-coroado/>.
12/11/2021.

Acessado:

NOBRE da Silva, MATHEUS Lisboa; LEITE do Nascimento, MARCOS Antonio. *Os Valores da Geodiversidade de Acordo com os Serviços Ecossistêmicos*. **Caderno de Geografia**, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais Belo Horizonte, Brasil, v. 26, n. 2, 2016, p. 338-354

NOGUEIRA, E. M.; KUCK, T. N.; PARISE, M. *Caracterização hidromorfológica da Bacia do Igarapé do Educandos e a correlação com registros de ocorrências da Defesa Civil*. **Anais... XVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO-SBSR**, João Pessoa-PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE.

NOGUEIRA, R. J. B. **Amazonas: a divisão da “monstruosidade geográfica”**. Manaus (AM): Editora da Universidade Federal do Amazonas, 2007.

OLIVEIRA, E. G.; RABELLO, A. *Planejamento Ambiental em bacias Hidrográficas: Um estudo preliminar de indicadores socioambientais na Microbacia do Quarenta (Manaus-AM)*. In: **Anais do I CONGRESSO BRASILEIRO DE ORGANIZAÇÃO DO ESPAÇO**, Rio Claro/SP, UNESP. 2010. p. 4962-4981.

OLIVEIRA, C.de. **Dicionário Cartográfico**. 4. ed., Rio de Janeiro(RJ):IBGE, 1993.

PACHECO, J. B. et al. *A Fisiografia das microbacias hidrográficas Zé Açú e Tracajá Modeladoras do Projeto de Assentamento Vila Amazônia (Parintins-Amazonas-Brasil)*. **Revista Geonorte**, v. 5, n. 23, p.18-23, 2014.

PACHECO, J. B. **Uso e ocupação da terra e a sustentabilidade ambiental da dinâmica fluvial das microbacias hidrográficas Zé Açú e Tracajá na Amazônia Ocidental**. Orientador: Dr. Carlos Hiroo Saito. Coorientador: Carlos de Oliveira Henke. Tese (Doutorado). Programa de Pós-graduação Desenvolvimento Sustentável, Centro de Desenvolvimento Sustentável (CDS), Universidade de Brasília (UnB), Brasília (DF), 2013.

PACHÊCO, J. B.; BRANDÃO, J. C. M.; BRANDÃO, C. A. P.; VIEIRA, J. A. *Água Azul e Água Verde e a ocupação das terras em áreas protegidas de sistemas hídricos*. **Revista Geográfica de América Central**. II sem., Costa Rica/San Jose, 2011, p. 1-12.

PACHECO, J. B.; SANTOS, A. *Microbacia do Igarapé do Quarenta em Manaus – AM: análise climatológica e hidrológica*. In: OLIVEIRA, J. A. ALECRIM, J. D. e CASNIER, T. R. J.(org.). **Cidade de Manaus. Visões Interdisciplinares**. Manaus: EDUA, 2003. p. 81-117.

PACHECO, J. B. **Microbacia do Igarapé do Quarenta: Um ambiente fluvial urbano**. Orientador: Dr. Antonio dos Santos. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação de Ciências Ambientais e Desenvolvimento Sustentável da Amazônia (PPG-CASA), Centro de Ciências do Ambiente, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas,1999.

PARRON, L. M., et al. **Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do Bioma Mata Atlântica**. Embrapa , Brasília-DF, 2015.

PEREIRA, C. L. **Relação da estrutura da paisagem do mosaico Carajás, PA com a ocorrência de *Anodorhynchus hyacinthinus* (Arara-azul grande)**. Dissertação (mestrado), Universidade Federal de São Carlos, Campus Sorocaba, Sorocaba, 2015.

POLASKY, S. *What's nature done for you lately: measuring the value of ecosystem services*. **Choices: Mag. Food, Farm Resour.** v.23, n.2, 2008, p. 42-46.

PORTO, RLL. FILHO, K. Z; Da SILVA, RM. **Bacias Hidrográficas-PHD 307 Hidrologia Aplicada**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. São Paulo, 1999.

POWER, A. G. *Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies*. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 365, n. 1554, p. 2959-2971, Sept. 2010.

REBELLO, Adorea. *A erosão no contexto das bacias hidrográficas*. In: REBELLO, A. (org). **Contribuições teórico-metodológica da Geografia Física**. Manaus(AM):EDUA - Editora da Universidade Federal do Amazonas, p.09-40, 2010.

RECH FILHO, E.L. *O Código Florestal e a ciência: contribuições para o diálogo*. **Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência - SBPC; Academia Brasileira de Ciências - ABC**. São Paulo, 2011.

RIBEIRO, Orlando. *Paisagens, regiões e organização do espaço* (com nota introdutória de Carlos Alberto Medeiros). **Finisterra**, v. 36, n. 72, 2001.

ROSS, J. L. S; ANTUNES, R. L. S. **Análise integrada da paisagem com a aplicação do sensoriamento remoto, na bacia hidrográfica do rio Botucaraí - Rio Grande do Sul**. Tese (Doutorado Geografia física), Universidade de São Paulo – USP. São Paulo, 2016.

S'ANTANA. **Evolução do Conhecimento Científico na Engenharia Ambiental e Sanitaria**. Ponta Grossa-PR: Atena, 2020, p. 48-66.

SANTANA NETO, João Ferreira de. **Japiim, relatos históricos e sentimentais**. (Coleção História dos Bairros). Manaus (AM): Edições Muiraquitã, 2008.

SANTOS, M. **Espaço geográfico, um híbrido**. In: SANTOS, M. **A Natureza do Espaço**. 4. ed. São Paulo: EDUSP, 2004, p.89-110.

SANTOS, M. **A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção**. 4. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006.

SANTOS, M. P. *A Paisagem como Imagem e Representação do Espaço na Geografia Humana*. **GEOUSP Espaço e Tempo**, n. 28, p. 151-165, 2010.

SARGES, R. R.; DA SILVA, T. M.; RICCOMINI, C. *Caracterização do relevo da região de Manaus, Amazônia Central*. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 12, n. 1, 2011.

SARGUES, R. R. **Relações entre estruturas tectônicas, sedimentação coluvial e geomorfogênese da região de Manaus, Amazonas**. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica, Instituto de Geociências (IGC), Universidade de São Paulo (USP), 2007.

SCHIAVETTI, AL. CAMARGO, A. F.M. **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus-BA: Ed. Editus, 2002.

SEIXAS, S. do S.. **O uso e a ocupação da terra e a fisionomia da paisagem dos sistemas hídricos de terra firme da área de proteção ambiental de Nhamundá No Amazonas**. Orientadores: Prof^ª. Dr.^a Jesuete Pachêco Brandão; Prof. Dr. José Carlos Martins Brandão. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPG-GEOG), Instituto de Filosofia, Ciências Humanas e Sociais (IFCHS), Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Manaus, Amazonas, Brasil, 2018.

SILVA, J.A.; NOBRE, A.D.; MANZATTO, C.V.; JOLY, C.A.; RODRIGUES, R.R.; SKORUPA, L.A.; NOBRE, C.A.; AHRENS, S.; MAY, P.H.; SÁ, T.D.A.; CUNHA, M.C.; RECH FILHO, E.I.; *O Código Florestal e a Ciência: contribuição para o diálogo*. **Anais...SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, SBPC; Academia Brasileira de Ciências, ABC, São Paulo, 2011.**

SILVA, J. A. A. (Coord.) *et al. O Código Florestal e a Ciência: contribuições para o diálogo*. In: **Anais....SBPC, 2012.**

SILVA, M. do C. de O. **A Paisagem na Gleba Vila Amazônia: A Impressão na Fisionomia de Terra Firme pelos Sistemas Agroflorestais Espontâneos**. Orientadores: Prof^ª. Dr.^a Jesuete Pachêco Brandão; Prof. Dr. José Carlos Martins Brandão. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPG-GEOG, Instituto de Filosofia, Ciências Humanas e Sociais - IFCHS, - Universidade Federal do Amazonas, 2017.

SIOLI, Harald. *50 anos de pesquisa em limnologia na Amazônia*. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 36, n. 2, 2006, p. 287-298.

SIOLI, H. **Amazônia: Fundamentos da ecologia da maior região de florestas tropicais**. Tradução de Johann Becker. Petrópolis-RJ: Editora Vozes, 1985.

SIOLI, H. *O Amazonas e seus principais afluentes: tipos de rios, hidrografia e morfologia dos cursos dos rios*. In: **The Amazon - Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin**. Editado pelo Autor. [Traduzido por ALR], 1984.

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

SUGUIO, K.; BIGARELLA, J. J. **Ambiente fluvial**. 2. ed. Florianópolis: Editora da UFSC/ Editora da UFP, 1990.

SOARES FILHO; ADISON RIBEIRO. **Contribuições do geoprocessamento para a avaliação quantitativa da geodiversidade: Parque Estadual da Pedra Branca**. Trabalho Final de Curso. UFRJ (RJ). 2019.

SOUZA, L. Corrêa de. **Espaço e tempo na cidade de Manaus: processo de verticalização 1970 a 2010**. Orientador: Prof. Dr. José Aldemir de Oliveira. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Geografia-PPG-GEOG, Instituto de Ciências Humanas e Letras-ICHL, Universidade Federal do Amazonas-UFAM, Manaus, Amazonas, 2016.

STERNBERG, Hilgard O'Reilly. *Vales tectônicos na planície Amazônica*. **Revista Brasileira de Geografia**. Rio de Janeiro, 12 (4) out/dez, 1950.

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

STRAHLER, Arthur Newell. *Quantitative analysis of watershed geomorphology*. **Transactions of the American Geophysical Union**, v. 38, n.6, dez. 1957, p.913-920.

TAVARES, F. B. **Discussões socioambientais na Amazônia Oriental**. Curitiba: Appris, 2021.

TEODORO, Valter Luiz Iost et al. *O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local*. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, v. 11, n. 1, p. 137-156, 2007.

TUCCI, C.E.M. *Gerenciamento integrado das inundações urbanas no Brasil*. **REGA**. Instituto de Pesquisas Hidráulicas – UFRGS, v.1, n. 1, 2004p. 59-73.

TUCCI, Carlos E. M. **Gestão da água no Brasil** – Brasília: UNESCO, 2001. 156p.

TILMAN, David. *Biodiversity and ecosystem functioning*. Chapter 6. In.: DAILY, G. C. (ed.). **Nature's services: societal dependence on natural ecosystems**. Washington, DC: Island Press, p.93-112, 1997.

VILLOTA, Hugo. *Una nueva aproximación a la clasificación fisiográfica del terreno*. **Revista CIAF**, v.15, n.1, Santa Fe de Bogotá, 1997, p.83-117.

VILLOTA, H. *El Sistema CIAF de Clasificación Fisiográfica del Terreno*. **Revista CIAF**, v. 13, n. 1, Santa Fe de Bogotá, 1992, p. 55 – 70.

WHATELY, Marussia; HERCOWITZ, Marcelo. **Serviços Ambientais: conhecer, valorizar e cuidar: subsídios para a proteção dos mananciais de São Paulo.** São Paulo: Instituto socioambiental/Ed. Camara Brasileira do Livro, 2008.

YAHN FILHO, Armando Gallo. *O conceito de bacia de drenagem internacional no contexto do Tratado de Cooperação Amazônica e a questão hídrica na região.* **Ambiente & Sociedade**, v. 8, n. 1, p. 87-100, 2005.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** Porto Alegre, RS: Bookman, 2005.

APÊNDICE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIMENTO

Você está sendo convidado (a) a participar da Pesquisa intitulada “ **A GEODIVERSIDADE E A FISIONOMIA DA PAISAGEM DA BACIA HIDROGRAFICA DE EDUCANDOS: IGARAPÉS DOS CURSOS FLUVIAIS ALTO E MEDIO, NO SUDESTE DE MANAUS-AM.** que será realizado por meio do Programa de Pós-Graduação em Geografia - PPGeo/UFAM. A pesquisa tem como objetivo principal: Analisar a fisionomia da paisagem na geodiversidade dos igarapés nos cursos alto e médio da Bacia hidrográfica de Educandos, no Sudeste de Manaus-Am.

Sua participação é voluntária e se dará por meio das entrevistas que serão gravadas com autorização prévia, pois é preciso garantir total fidelidade da fala dos sujeitos da pesquisa. As gravações serão arquivadas em meio digital e ficarão sob a responsabilidade do pesquisador, para futuras consultas ou dúvidas dos envolvidos.

Se depois de consentir em sua participação o Sr. (a) desistir de continuar participando, tem o direito e a liberdade de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, seja antes ou depois da coleta dos dados, independente do motivo e sem nenhum prejuízo a sua pessoa.

O (a) Sr. (a) não terá nenhuma despesa e também não receberá nenhuma remuneração. Os resultados da pesquisa serão analisados e publicados, mas sua identidade não será divulgada sendo guardada em sigilo.

Para qualquer outra informação, o (a) Sr. (a) poderá entrar em contato com o pesquisador pelo telefone celular (92) 99423-6868, no endereço da Universidade Federal do Amazonas, Setor Sul, Bloco T. Avenida Rodrigo Otávio Jordão Ramos, 3000, Coroado, Manaus-Am. CEP 69077-000. Ou poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa – CEP-UFAM, na Rua Teresina, 495, Adrianópolis, Manaus-Am, telefone (92) 3305-5130.

Eu, _____, fui informado sobre o que o pesquisador quer fazer e porque precisa da minha colaboração, e entendi a explicação. Por isso, eu concordo em participar do projeto, sabendo que não vou ganhar nada e que posso sair quando quiser. Este documento é emitido em duas vias que serão ambas assinadas por mim e pelo pesquisador, ficando uma via com cada um de nós.

Manaus-Am, ___ de _____ de 2021

Assinatura do Participante

Caso não saiba assinar, Impressão do dedo polegar

Assinatura do Pesquisador Responsável