



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

**ANÁLISE AMBIENTAL DO DESCARTE IRREGULAR DE LIXO NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO EDUCANDOS, MANAUS - AM**

Sorocaba

2023



Emerson da Costa Barbosa

**ANÁLISE AMBIENTAL DO DESCARTE IRREGULAR DE LIXO NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO EDUCANDOS, MANAUS - AM**

Dissertação de Mestrado
apresentado ao Programa de Pós-
Graduação em Geografia/PPGGEO
da Universidade Federal de São
Carlos – Campus Sorocaba, sob
orientação do Prof. Dr. Emerson
Martins Arruda.

Sorocaba

2023

Costa Barbosa, Emerson da

Análise ambiental do descarte irregular de lixo da bacia hidrográfica do Educandos, Manaus-Am / Emerson da Costa Barbosa -- 2023.
57f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, Sorocaba
Orientador (a): Emerson Martins Arruda
Banca Examinadora: Prof. Dr. André de Oliveira Souza,
Profa. Dra. Barbara Evelyn da Silva Ferreira
Bibliografia

1. Lixo. 2. Descarte irregular. 3. Educandos. I. Costa Barbosa, Emerson da. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática
(SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Maria Aparecida de Lourdes Mariano -
CRB/8 6979



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Humanas e Biológicas
Programa de Pós-Graduação em Geografia

Folha de Aprovação

Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Emerson da Costa Barbosa, realizada em 14/12/2023.

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Emerson Martins Arruda (UFSCar)

Prof. Dr. André de Oliveira Souza (UFOB)

Profa. Dra. Barbara Evelyn da Silva Ferreira (SEDUC)

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Geografia.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me conceder força e saúde para desenvolver esse trabalho que sem dúvidas é um divisor de águas em minha vida.

Agradeço muito a minha família em especial a minha mãe Elizabeth Pereira da Costa, por todo apoio e por ter estado comigo sempre. Agradeço também aos meus irmãos por acreditarem em mim e me incentivarem.

Agradeço a todos os meus amigos, vizinho e colegas que sempre estiveram disponíveis para me dar um abraço ou uma palavra de conforto nas inúmeras vezes que eu achei que não conseguiria concluir esse trabalho.

Agradeço ao meu orientador Professor Doutor Emerson Martins Arruda, por toda ajuda, conversas e esclarecimentos ao longo dessa jornada e aos Professores que ministraram as disciplinas cursadas na Universidade Federal de São Carlos e Universidade Federal do Amazonas.

E agradeço à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Nível Superior) pelo apoio financeiro concedido que muito me ajudou no desenvolvimento da pesquisa.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	6
2. OBJETIVOS	8
2.1 -Objetivo geral	8
2.2 - Objetivos Específicos	8
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	9
3.1 Resíduos sólidos	9
3.2 Paisagem	
3.3 Impactos	11
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	16
4.1 Localização e caracterização da área de estudo	16
4.2 Etapas da pesquisa	25
4.3 Mapeamento	26
4.4 Quadro de Impactos	27
5. ANÁLISE DOS RESULTADOS	29
5.1 Gestão dos resíduos sólidos em Manaus.	31
5.2 Caracterização da paisagem e das alterações nos Igarapés na BHE	32
5.3 Problemas ambientais na Bacia do Educandos.	39
6. POTENCIAL DE IMPACTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NA BHE	46
7 . CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

1. INTRODUÇÃO

O descarte incorreto de resíduos sólidos é uma questão premente que afeta não apenas o meio ambiente, mas também as pessoas e a economia em escala global. Essa prática desenfreada tem consequências devastadoras que permeiam várias esferas da sociedade moderna, demandando ações urgentes e eficazes para mitigar seus impactos negativos.

O meio ambiente é a primeira vítima desse problema, enfrentando uma série de desafios que comprometem sua saúde e equilíbrio. A contaminação do solo e da água por substâncias tóxicas provenientes de resíduos inadequadamente descartados cria uma cascata de efeitos adversos. Essa poluição afeta a biodiversidade, comprometendo ecossistemas e colocando em risco espécies vegetais e animais.

A decomposição de resíduos orgânicos em aterros sanitários contribui para a emissão de gases de efeito estufa, agravando o problema das mudanças climáticas. Além do impacto ambiental, o descarte inadequado de resíduos sólidos afeta diretamente a saúde das pessoas. Comunidades que vivem próximas a locais de descarte irregular enfrentam riscos significativos de contaminação do ar, solo e água, resultando em uma série de problemas de saúde, como doenças respiratórias, dermatológicas e gastrointestinais.

A exposição prolongada a essas condições insalubres pode ter efeitos a longo prazo, aumentando a incidência de doenças crônicas. No âmbito econômico, as consequências do descarte inadequado de resíduos sólidos são igualmente impactantes. Os custos associados à gestão e remediação de áreas contaminadas são substanciais, recaindo muitas vezes sobre os governos e empresas, que precisam arcar com despesas significativas para lidar com os danos causados. Além

disso, a degradação ambiental resultante afeta setores econômicos dependentes de recursos naturais, como a agricultura, pesca e turismo, diminuindo a produtividade e gerando perdas financeiras.

Diante desse cenário desafiador, é imperativo que medidas eficazes sejam implementadas para reverter ou, pelo menos, minimizar os impactos do descarte inadequado de resíduos sólidos. Políticas de gestão de resíduos, programas de reciclagem e educação ambiental são essenciais para promover uma mudança cultural em relação ao descarte de resíduos. Além disso, a promoção da economia circular, que busca reduzir, reutilizar e reciclar materiais, emerge como uma abordagem sustentável para lidar com o problema.

2. OBJETIVOS

2.1 - Objetivo geral

A pesquisa objetiva a caracterização ambiental da bacia hidrográfica do Educandos, e sua relação com o descarte de resíduos sólidos.

2.2 - Objetivos Específicos

- a) Identificar locais de descartes de resíduos sólidos irregular na bacia
- b) Caracterizar os principais impactos ambientais na Bacia do Educandos;
- c) Classificar os impactos ambientais especialmente dos resíduos sólidos nos sistemas ambientais da bacia do educandos.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A pesquisa se estruturou a partir de três conceitos fundamentais: paisagem, impactos ambientais e Resíduos Sólidos. A análise ambiental dos impactos relacionados ao descarte incorreto de resíduos sólidos em canais fluviais a partir de uma bacia hidrográfica envolve processos tanto naturais como socioeconômicos. Nesse sentido cabe compreender como elementos naturais e seus processos intrínsecos se relacionam com processos socioeconômicos, mais especificamente da urbanização.

3.1 Resíduos sólidos

O aumento do consumismo a partir do desenvolvimento do modo de produção vigente provocou o aumento da quantidade de resíduos sólidos produzidos diariamente em todo o mundo. Esse aumento propiciou o surgimento de vários problemas de saúde, sanitários e ambientais (RESENDE & VIEIRA, 2004). Ainda é comum encontrar resíduos sólidos depositados a céu aberto, em terrenos baldios, às margens dos córregos e estradas, gerando grandes transtornos sociais, ambientais e graves problemas de saúde para a população.

O conceito de resíduo sólido conforme a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/10 representa:

o material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou

economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

Os resíduos sólidos normalmente estão nos estados sólido ou semissólido (os lodos de estações de tratamento de água e esgoto podem ser considerados semissólidos, por exemplo). Todavia, os gases contidos em recipientes também são considerados resíduos sólidos, como é o caso, por exemplo, dos gases contidos em recipientes aerossóis. Isso foi previsto diante da inviabilidade técnica e operacional de retirada dos gases contidos em recipientes. Ademais, os líquidos também podem assim ser considerados, se obedecerem a pelo menos uma das seguintes condições:

a) possuam particularidades que tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos de água; ou

b) exijam soluções técnica ou economicamente inviáveis para serem descartados na rede pública de esgotos ou em corpos de água.

O gerenciamento integrado dos resíduos sólidos de modo a evitar impactos ambientais e riscos à saúde a partir de um projeto economicamente viável ainda é uma realidade distante. Para que se desenvolva é preciso em primeiro lugar que se tenha clareza da dinâmica populacional e do crescimento urbano, mobilizando e envolvendo toda a comunidade, órgãos públicos e privados e juntos buscarem soluções econômica, social e ambientalmente viáveis para a problemática dos resíduos sólidos.

De acordo com OLIVEIRA (2006), a sociedade atual cada vez mais urbana deveria preocupar-se com a questão relativa ao consumismo. O desafio principal é encontrar uma linha tênue de equilíbrio entre o equacionamento do padrão de consumo sem ter que comprometer drasticamente o padrão e a qualidade de vida da sociedade moderna. SIMONETTO & BORENSTEIN (2004), apontam a partir de vários estudos que a melhor forma de minimizar ou diminuir os resíduos gerados é a reciclagem, a qual, a cada dia aumenta com novos adeptos, para transformar todos os materiais usados em novas matérias primas. A reciclagem além de gerar fonte de

renda para muitas famílias é uma atividade que contribui para o crescimento da cidadania ambiental e responsabilidade social.

HENNIGEN (2003) e FILHO e BRAGA (2009), afirmam que a sociedade em geral, tem grande responsabilidade para garantir o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos com o empenho e envolvimento dos cidadãos no processo, desde a geração, passando pela coleta e destinação final, contribuindo, assim, para um ambiente mais limpo e seguro. CEMPRE (2010), mostra que, para se obter um gerenciamento integrado de resíduos, é necessário fazer a coleta na cidade ou município com um sistema de coleta e transporte eficiente e adequado, que possa atender a todos os bairros, fornecendo destino final ao resíduo sólido de forma segura. Para isso, faz-se necessário o uso de tecnologias modernas e um modelo de gestão de resíduos sólidos urbanos adequado a cada cidade. Porém, a implantação de coleta seletiva eficiente, com atendimento a toda população do município, é essencial para erradicação dos lixões e, ainda, podendo ter como principais aliados os catadores, os quais são de suma importância para a reciclagem.

A realidade dos catadores tem se modificado ao longo dos últimos anos e tendo sua atividade vindo a ser prestigiada, pelo fato de amenizarem alguns problemas relacionados, direta ou indiretamente com o resíduo sólido (CEMPRE, 2010). Dentre os problemas citados, vários estudos têm mostrado que a exposição e o contato do ser humano com ambiente contaminado têm elevado os riscos à saúde da população. Devido a essa problemática nos anos atuais, grandes discussões vêm sendo travadas (ASMUS et al., 2008), além de aumentar o interesse da população pelas questões ambientais no que diz respeito à melhor qualidade de vida. Por outro lado, segundo RATTNER (2009), a degradação ambiental vem sendo contínua por quantidades significativas de resíduos e dejetos industriais, lançamento de esgoto in natura nos rios e lagos e, tem causado grandes impactos como eutrofização, prejudicando a fauna, flora e sociedades.

3.2 Paisagem

A identificação dos impactos ambientais na BHE passa pelo entendimento e compreensão do conceito de paisagem. De acordo com Bertrand (2004), uma paisagem deve ser compreendida como elementos componentes de um sistema inter-

relacionado e integrado entre si. A paisagem deve ser abordada a partir de um significado dinâmico no processo de evolução. São produtos de heranças de diferentes épocas que se complementam. Desse modo, certas partes do espaço são o resultado do acoplamento dinâmico e são, portanto, instáveis. Uma coleção de elementos físicos, biológicos e antropológicos que reagem dialeticamente entre si. Outros estão em constante evolução, tornando a paisagem um todo único e indissociável.” (Bertrand, 2004; p. 141). Em outras palavras, não são apenas elementos naturais. Fatores relacionados à sociedade também são considerados e interferem na natureza modificando a paisagem. Entre os elementos da natureza a bacia hidrográfica é um exemplo que abarca todos esses processos de forma completa, uma síntese de todos os processos que formam a paisagem.

Bacia Hidrográfica: síntese da paisagem

As bacias hidrográficas são células naturais onde ocorrem fluxos de matéria e energia e onde se destacam processos em diferentes escalas. Este recorte se dá a partir da área de concentração de determinada rede de drenagem. Conforme Teodoro et al (2007), as definições que envolvem as subdivisões da bacia hidrográfica (sub-bacia e microbacia), apresentam abordagens diferentes partindo do físico ao ecológico.

Botelho (1999) chama a atenção para a bacia hidrográfica como unidade natural de análise da superfície terrestre, onde é possível reconhecer e estudar as interações existentes entre os diversos elementos da paisagem e os processos que atuam na sua esculturação.

Sobre microbacias, segundo Botelho (1999) não há um consenso nas dimensões de microbacias. No entanto, para fins de pesquisa e planejamento a microbacia deve abranger uma área suficientemente grande, para que se possam identificar as inter-relações existentes entre os diversos elementos do quadro ambiental que a caracteriza é pequena o suficiente para estar compatível com os recursos disponíveis, respondendo positivamente à relação custo/benefício.

Na análise interna das bacias, a hierarquização de canais aparece como um parâmetro importante e inicial na caracterização das bacias. Coelho Neto e Avelar (2007) afirmam que a hierarquização dos canais é importante, pois revelam a estruturação ou arranjo interno do sistema de drenagem das bacias.

Conforme os autores também facilita a localização das cabeceiras de drenagem, ou seja, as áreas-fontes dos fluxos de matéria (líquida, sólida e/ou solúvel) que convergem das encostas para os canais de primeira ordem. As bacias de nível hierárquico superior (segunda, terceira, quarta ordem) revelam a articulação espacial do escoamento canalizado da bacia principal.

Com relação aos procedimentos metodológicos no estudo de bacias Albuquerque (2010) divide em duas fases a delimitação de bacias em: análise morfométrica citando como componentes a área de drenagem, comprimento da bacia, forma da bacia, densidade de rios e densidade de drenagem e a análise interativa onde se inserem os elementos topográficos como: inclinação do terreno, comprimento de rampa, forma da encosta e orientação de vertentes. Entretanto, as atividades humanas, nas últimas décadas, vêm sendo intensificadas nas bacias hidrográficas e como consequência sobre os canais fluviais, o homem tornou-se um agente geomorfológico.

Cunha (2003) salienta que as obras e mudanças efetuadas diretamente nos canais, realizadas com mais frequência nas últimas décadas, tem acentuado as mudanças nos processos fluviais, em especial nas áreas urbanas. Além de existir a mudança natural dos leitos fluviais pela sua própria dinâmica, associado a este processo o crescimento urbano torna-se uma variável significativa para a transformação dos rios, os cursos d' águas urbanos têm sido transformados, perdendo suas características naturais.

Cunha (2003), menciona dois grupos de mudanças fluviais induzidas pela sociedade. O primeiro grupo refere-se a modificações ocorridas diretamente no canal fluvial para controlar as vazões ou para alterar a forma do canal imposta pelas obras de engenharia, visando estabilizar as margens, atenuar os efeitos das enchentes, inundações, erosão ou deposição de material, retificar o canal e extrair cascalhos.

Essas obras alteram de forma significativa a seção transversal, o perfil longitudinal do rio, o padrão de canal, entre outras modificações. O segundo grupo são as modificações indiretas que resultam das atividades humanas, realizadas fora do canal, mas que modificam o comportamento de descarga e da carga sólida do rio.

Estas atividades estendem-se para a bacia hidrográfica e estão relacionadas ao uso do solo. Podem ser citados os seguintes exemplos: a impermeabilização do solo, desmatamento e a urbanização, atividades que influenciam o sistema da rede de

drenagem, por isso a importância de se ter projetos de recuperação de igarapés que contemplem a bacia hidrográfica na sua totalidade.

Estas obras de engenharia de intervenção de acordo com Canholi (2014) e Tucci (2003) são medidas estruturais que podem ser caracterizadas como medidas intensivas e extensivas. As medidas intensivas são de quatro tipos: de aceleração do escoamento: canalização e obras correlatas; de retardamento do fluxo: reservatórios (bacias de detenção/retenção), restauração de calhas naturais; de desvio de escoamento: túneis de derivação e canais de desvio; e que englobem a introdução de ações individuais e ao controle de erosão do solo, ao longo da bacia de drenagem. As medidas extensivas correspondem aos pequenos armazenamentos disseminados na bacia, à recomposição de cobertura vegetal e ao controle de erosão do solo, ao longo da bacia de drenagem.

Igarapés e urbanização

Palavra indígena Tupi *igara* significa embarcação pequena e *apé* ou *pé*: é equivalente a caminho. Daí o significado de “caminho de canoa”. Esse nome é devido a água que não corre ou corre apenas frouxamente, um caminho de rio quase imóvel, uma trilha de rio que os índios utilizavam para irem a outros lugares (ANDRADE, 1956). São cursos d'água de primeira e segunda ordem. São os igarapés que sustentam os pequenos, médios e grandes rios da Amazônia (ANDRADE, 1956).

Os igarapés se caracterizam por águas escuras, transportam poucos sedimentos clásticos e incluem materiais orgânicos em suspensão. Apresentam maior disponibilidade de peixes nos períodos de estiagem do que na época das cheias (AB'SABER, 2003). No encontro com outros rios podem apresentar foz com “boca estreita” ou “boca larga”, esta última característica também conhecida como “rias fluviais” é encontrada nas desembocaduras dos igarapés com o Rio Negro em Manaus e região (AB'SABER, 2003).

Os igarapés urbanos como os localizados nas grandes cidades da Amazônia se tornaram grandes depósitos de esgotamentos sanitários. Desse modo suas características físicas naturais como cor, velocidade e forma foram alteradas substancialmente. As margens deram lugares para a constituição de moradias, avenidas, ruas e grandes empreendimentos privados, não sendo raro o fechamento completo dos leitos fluviais a partir de soterramento e canalizações. Em suma, os igarapés se transformaram em canais urbanizados comuns às outras grandes cidades

brasileiras com os mesmos problemas que as atingem, como inundações, transbordamentos, processos erosivos, poluição entre outros (SANTOS, 2007).

3.3 Impactos Ambientais

Impactos ambientais referem-se às ações ou ao conjuntos de ações causadas por atividades humanas em determinado lugar ou porção do espaço (SÁNCHEZ, 2020). As ações e as atividades são as causas, enquanto os impactos são as consequências sofridas (ou potencialmente sofridas) pelos receptores ambientais (os recursos ambientais, os ecossistemas, os seres humanos, a paisagem, o ambiente construído). Os mecanismos que ligam uma causa e uma consequência são os aspectos ou processos ambientais (SÁNCHEZ, 2020).

Prever impacto envolve descobrir os níveis de esclarecimento pela sociedade das realidades associadas ao planejamento da organização social e territorial, tendo em conta os impactos. Esta consciência permite à sociedade organizada resistir à implementação de certos projectos de alto impacto a partir de instrumentos legais, e alcançar “*um quadro racional de qualidade ambiental e de planeamento territorial antecipadamente*” (AB' SÁBER, 2008; p27). Outro indicador da prática de previsão de impactos serve como termômetro para verificar a aplicabilidade das leis ambientais quando um projeto é concluído.

Os resíduos sólidos urbanos domiciliares estão entre os diversos problemas ambientais existentes e têm-se tornado um dos maiores desafios contemporâneos. Nas últimas décadas houve incremento na produção de bens e serviços devido a dinâmica do modo de produção vigente (MENDONÇA, 1994). Estes, por sua vez, à medida que são produzidos e consumidos, acarretam uma geração cada vez maior de resíduos, os quais, coletados ou dispostos inadequadamente, trazem significativos impactos à saúde pública e ao meio ambiente (HOORNWEG *et al*, 2013).

Essa característica é intrínseca ao fenômeno urbanização, o aumento na geração de resíduos acompanhou diretamente o aumento da urbanização. populações em áreas urbanas geram quase o dobro de resíduos em comparação com a mesma população em área rural (HOORNWEG *et al*, 2013). Relaciona-se também ao fato que população em áreas urbanas são mais ricas que em áreas rurais o que leva ao aumento do consumo.

Com mais dinheiro vem mais embalagens, importações, lixo eletrônico e brinquedos e eletrodomésticos quebrados. A riqueza de um país pode ser facilmente

medida, por exemplo, pelo número de celulares que descarta. Os resíduos sólidos podem, portanto, ser usados como um indicador do impacto ambiental da urbanização (HOORNWEG *et al*, 2013).

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.1 Localização e caracterização da área de estudo

A bacia hidrográfica do Educandos que tem como curso da água principal o igarapé do Quarenta deságua no rio Negro está localizado na porção sudeste da área urbana de Manaus (**Figura 1**). A bacia é completamente urbanizada, com zonas comerciais e industriais ao longo da sua extensão. A bacia é amplamente estudada pela sua extensão de 38 quilômetros, largura média 6 metros e profundidade média 50 centímetros; por possuir várias nascentes; mas, principalmente, pela sua degradação socioambiental, contaminação química e acúmulo de resíduos sólidos (CHAVES & CARVALHO, 2020).

Quanto aos aspectos geológicos, o sítio urbano de Manaus onde se localiza a bacia do Educandos está inserido no contexto geológico da bacia sedimentar amazônica composta por uma subdivisão de bacias que se delimitam por arcos estruturais. Esta área é subdividida em bacia do Acre, bacia do Solimões, bacia do Amazonas e bacia do Marajó (SILVA, 2005;).

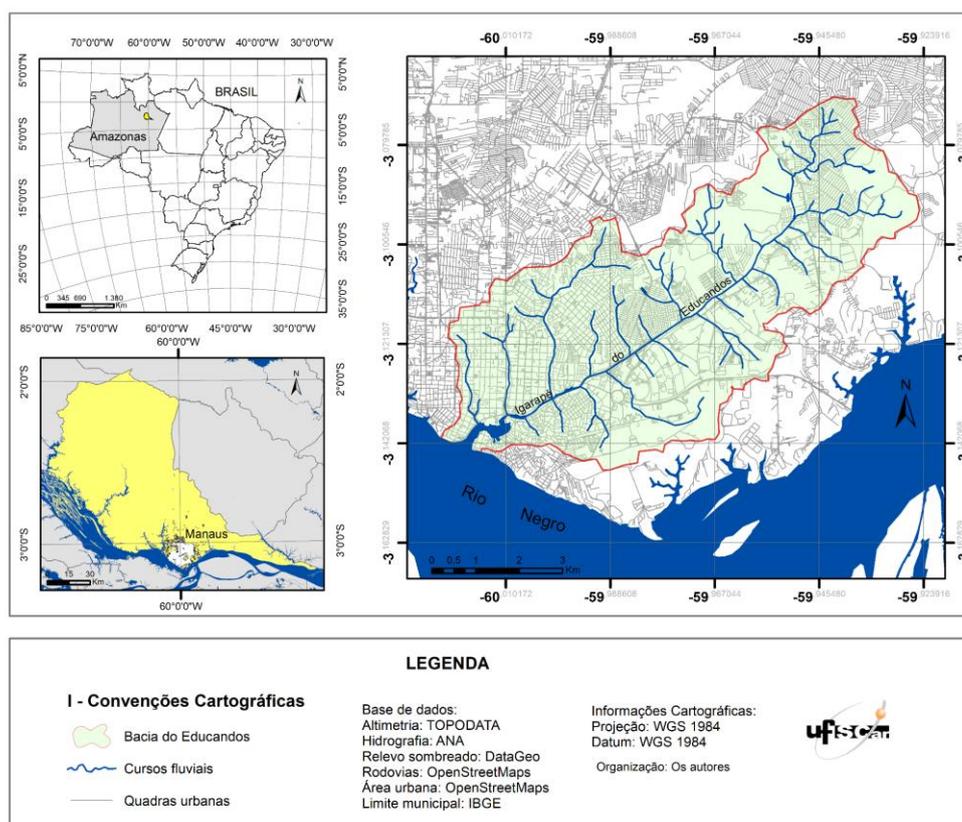


Figura 1. Localização da Bacia do Educandos.

Desse modo a bacia Paleozóica do Amazonas na qual está inserida o sítio urbano da cidade é uma bacia sedimentar intracratônica formada em uma depressão dentro da plataforma continental, com cerca de 500.000 km², na porção norte do Brasil (SILVA, 2005). Portanto, a bacia sedimentar do Amazonas tem como limites os arcos de Purus (direção N-S) e Gurupá (direção NNW-SSE), respectivamente a oeste e leste, que a individualiza das bacias do Solimões e Marajó. Nela estão inseridas seqüências sedimentares continentais, marinhas, marinhas rasas e fluviais, e rochas intrusivas, cujo ciclo de sedimentação encerrou-se no Cenozoico (SILVA, 2005).

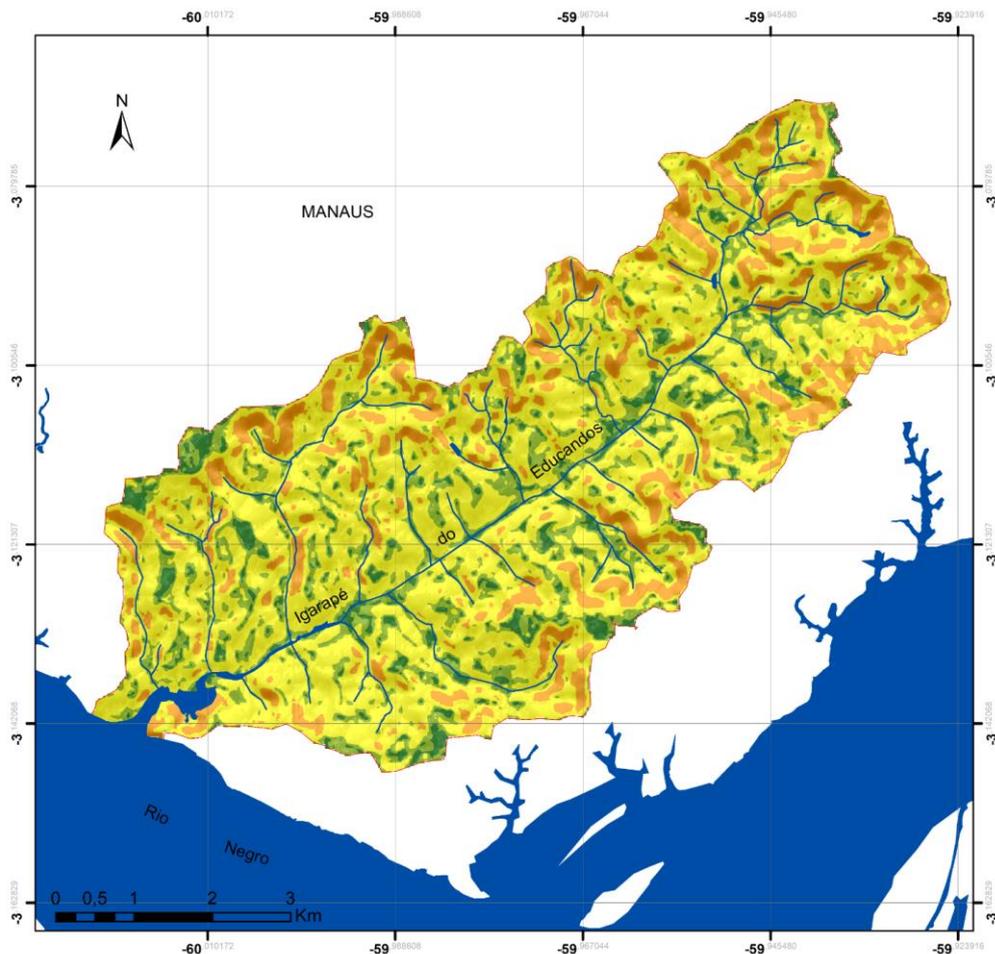
A superfície da Bacia sedimentar é composta em grande parte por duas unidades morfoestruturais que se destacam: a Formação Alter do Chão, de idade Cretácea/Terciária, representada por uma grande variedade de arenitos e argilitos, incluindo caulins; e os depósitos fluviais holocênicos do Quaternário, situados sobre essa formação. Os arenitos da Formação Alter do Chão apresentam granulação fina a grossa, coloração branca, rósea, vermelha e cinza-claro, grãos sub arredondados

e arredondados, às vezes conglomeráticos e concreções lateríticas e no caso em particular de Manaus, predomina o Arenito Manaus (RADAMBRASIL, 1978).

O Arenito Manaus é descrito como horizontalmente acamado, duros, maciços, coloração esbranquiçada a avermelhada, quartzosos e com granulação fina a grossa que afloram na cidade de Manaus e em pontos à margem do Rio Negro. Este arenito é bastante utilizado como brita e blocos de pavimentação na construção civil (RADAMBRASIL, 1978).

O sítio urbano da cidade de Manaus compõe um sistema de falhas e fraturas por onde se desenvolveram os principais cursos fluviais organizando as bacias hidrográficas da área urbana e estruturando a paisagem local. O conjunto de falhas descritas abrangem principalmente as direções NE-SO que estruturam respectivamente a orla da área urbana de Manaus com margem para o rio Amazonas, o igarapé do Quarenta e o igarapé do São Raimundo; NO-SE que estrutura a orla da área urbana com margem para o rio Negro; E-O que estruturam os principais afluentes da margem esquerda do Rio Taruma-Açu como o igarapé da Bolívia e a direção S-N com os rios Puraquequara e Taruma-Açu (VIEIRA, 2008).

Na análise do relevo na Bacia do Educandos é possível observar a espacialização topográfica com uma elevação mínima de 10 metros junto a orla do Rio Negro aumentando até chegar na elevação máxima por volta dos 80 metros nos terrenos entorno dos bairros Distrito Industrial e Armando Mendes, áreas que ficam à montante da bacia (**Figura 2**). É notável o retalhamento do relevo em virtude da grande densidade de canais de drenagem. A dissecação é bastante vigorosa em todo o sítio urbano da cidade porém na Bacia do Educandos é mais elevada na porção ao norte.



LEGENDA



Figura 2 - Declividade na Bacia Hidrográfica do Educandos.

A partir de sua localização na porção central da Amazônia, o clima na região de Manaus caracteriza-se como equatorial quente e úmido. A região encontra-se nos limites do domínio equatorial úmido, sendo controlado pelas oscilações da zona de convergência intertropical, a ação dos alísios e as áreas de baixas pressões (FISCH *et al* 2010). Os dados disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia –

INMET, revelam que a cidade possui uma precipitação média superior a 2.000 mm/ano.

Na série histórica entre 1980 e 2017, nota-se que o período chuvoso inicia-se em novembro e intensifica-se de janeiro a abril, tendo o máximo observado em março, quando se registra médias superiores a 350 mm/mês, enquanto que o período com baixos índices inicia-se em maio e alcança a mínima durante o mês de julho/agosto, quando se registram valores em torno de 60 mm/mês (**Figura 3**) (INMET, 2017).

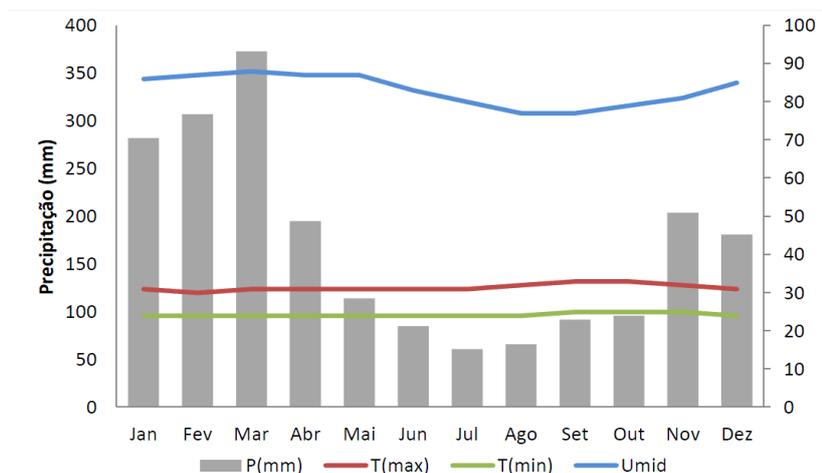


Figura 3. Climograma de Manaus. Fonte: (Inmet, 2017)

Desse modo, o período de alta pluviosidade inicia nos meses de Novembro atingindo seu pico no trimestre de Janeiro-Fevereiro-Março (JFM) apresentando valores de precipitação superior a 900 mm na parte oeste e central da Amazônia. Esta elevada atividade convectiva está associada com a posição geográfica da Alta da Bolívia que atua como uma “tampa de panela” sobre estas regiões da Amazônia nestes meses.

A convergência de nuvens carregadas de umidade sobre a influência da Alta da Bolívia dá forma à Massa Equatorial Continental – mEc. Essa massa de ar carregada de umidade e possuindo alta temperatura é responsável pela incidência de fortes chuvas nos meses de março e abril sobre a região da Amazônia Central, deixando em alerta os moradores de áreas de risco em Manaus quando não são surpreendidos por deslizamentos ou alagamentos repentinos. Entretanto no trimestre Julho-Agosto-Setembro (JJA) ocorre a baixa atividade convectiva, devido o centro de máxima precipitação ter se deslocado para o norte sobre a América Central.

Nesse período, a região Amazônica, principalmente na parte central, está sobre o domínio do ramo descendente da Célula de Hadley, induzindo um período de seca característico. Assim a precipitação na região é composta 50% por água evaporada localmente e 50% pela umidade vinda do oceano atlântico pelo fluxo atmosférico ventos alísios da Zona de Convergência Inter-Tropical a ZCIT (FISCH et al, 2010).

A temperatura média compensada anual da área urbana de Manaus fica em 26,7°C, com média das máximas em 31,5°C e médias das mínimas em 24,2°C. As temperaturas médias compensadas mais altas do ano para a área urbana de Manaus ocorrem nos meses de agosto, setembro, outubro e novembro, enquanto as temperaturas médias compensadas mais baixas são registradas nos meses de fevereiro e março, ambos com 24°C (INMET, 2017).

A temperatura apresenta uma pequena variação nas médias anuais que fica entre 25,6° C e 27,6° C demonstrando ser bastante elevada. A temperatura máxima absoluta fica em torno de 38° C, a mínima perto dos 17° C e a umidade relativa fica em torno de 84% (média anual). As maiores umidades relativas foram observadas nos meses de Fevereiro a maio (média de 87%) e as menores nos meses de agosto e setembro com 77% (INMET, 2017).

O ciclo hidrológico de seca e cheia dos rios Negro e Solimões-Amazonas atingem os igarapés urbanos de Manaus bem como os moradores das áreas alagáveis nas margens desses igarapés. O rio Solimões-Amazonas que também controla as cheias e secas na foz do rio Negro e por conseguinte as cotas deste na orla de Manaus tem sua variabilidade interanual na vazão relacionada às flutuações no volume das chuvas conforme observado na **figura 4** (BITTENCOURT & AMADIO, 2007).

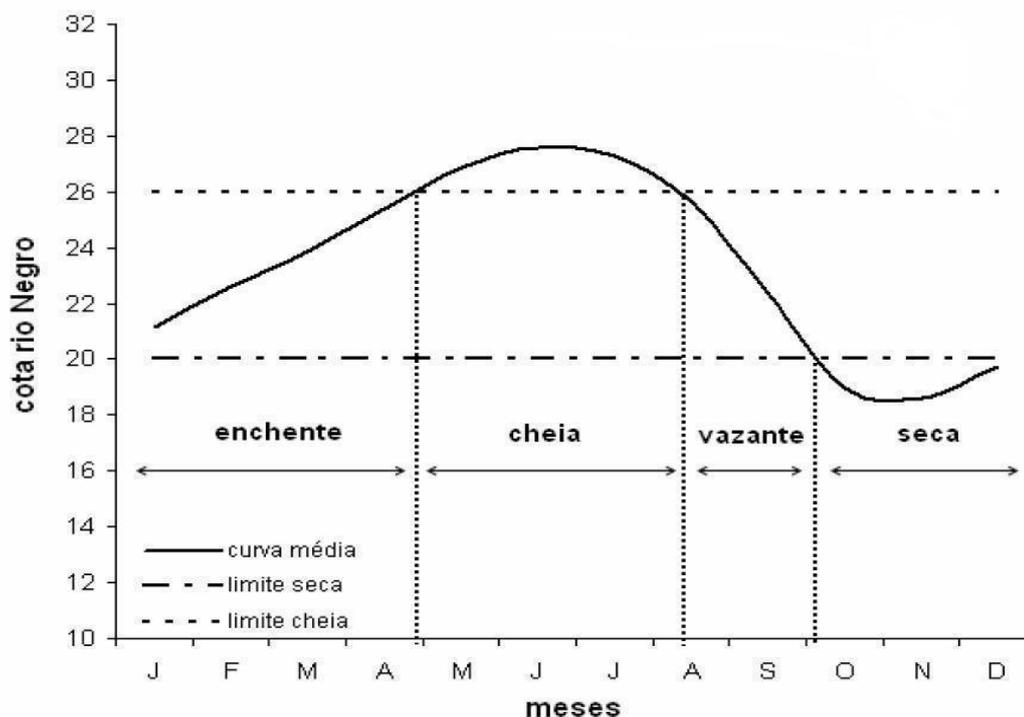


Figura 4 - Ciclo hidrológico do Rio Negro em Manaus. **Fonte** Bittencourt e Amadio (2007).

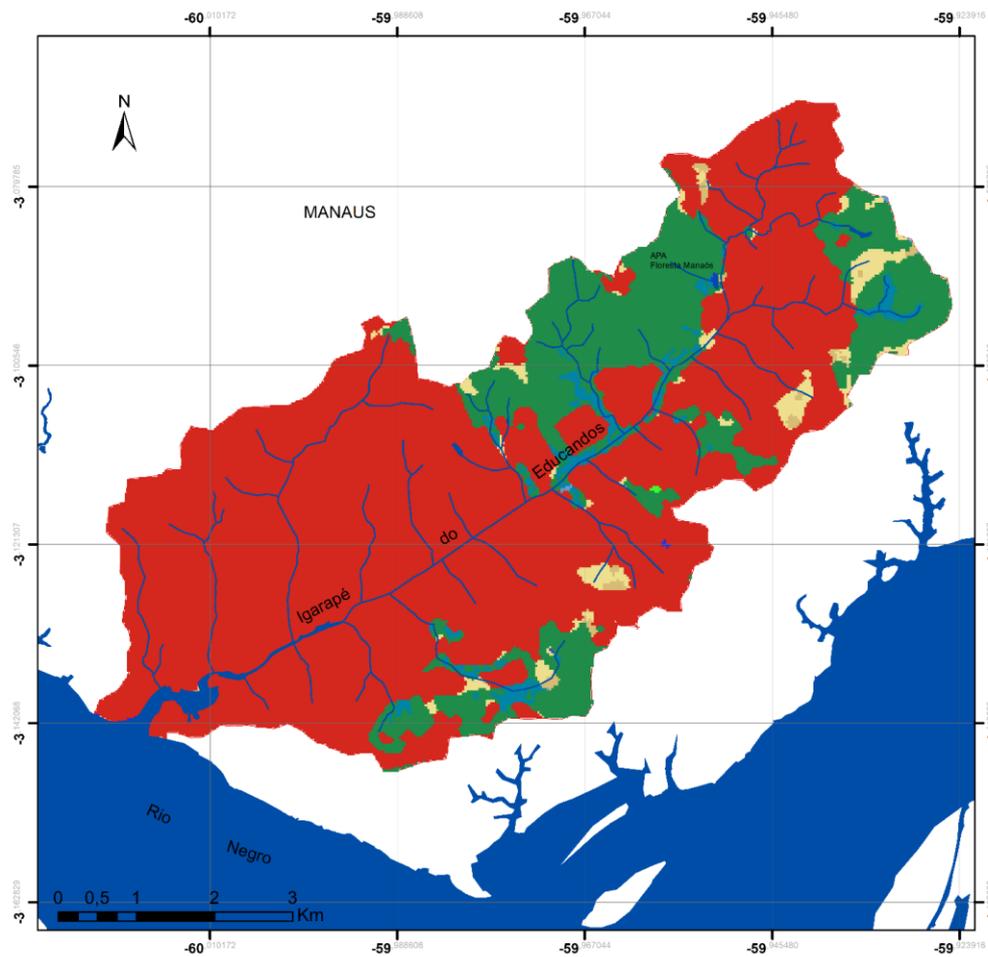
Diminuição da pluviosidade estão parcialmente associadas ao fenômeno popularmente conhecido por “El Niño” que está associado à seca ou vazante acentuada e a “La Niña” está associada a cheia intensa. (BITTENCOURT & AMADIO, 2007). Desse modo, as áreas ocupadas nos bairros que margeiam a orla de Manaus são periodicamente inundadas causando dificuldades para os moradores.

Quanto ao uso e ocupação do solo a bacia também apresenta uma grande parte da sua área ocupada pelo Distrito Industrial de Manaus. A área concentra a maior parte das atividades industriais da cidade, ocorrendo nos bairros Distrito Industrial, Educandos, Colônia Oliveira Machado e Japiim. O bairro do Distrito Industrial, limitada a margem esquerda do Igarapé do Quarenta, está definida por uma baixa densidade de ocupação, justificada pela presença dos parques industriais, e o uso residencial está distribuído nos demais bairros, sendo os mais populosos os bairros do Centro, Japiim e Petrópolis (LEAL, 2018).

A partir da análise do uso e ocupação do solo na bacia do Educandos realizado, é possível verificar um predomínio da área urbana, que compreende diversos usos como: residencial, industrial, comercial, instituições públicas **Figura 5**. A outra classe é a vegetação, que ocorre em três fragmentos principais, sendo dois

deles no setor alto e um na porção a jusante da bacia, ocorrendo também alguns fragmentos menores e dispersos. Foi considerada também a classe solo exposto, que

ocorre como pequenos pontos dispersos na bacia, principalmente na parte alta, geralmente próximo às empresas do Distrito Industrial.



LEGENDA

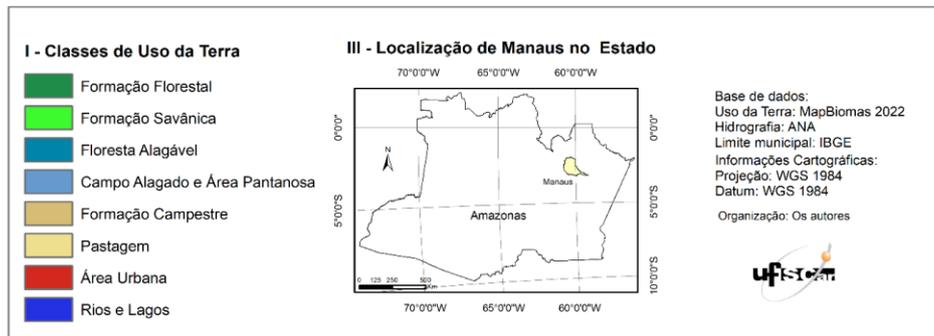


Figura 5 - Uso e ocupação do solo na Bacia hidrográfica do Educandos.

Com base no mapeamento de uso da terra foi possível quantificar os valores para cada classe conforme tabela 1 abaixo.

Tabela 1 - Classes de uso da terra na BHE

Classe de uso	m²	%
Formação florestal	8.631,50	19,18%
Formação savânica	0,982	0,002%
Floresta alagável	865,91	1,92%
Formação campestre	244,59	0,03%
Campo alagável	16,06	0,54%
Pastagem	1.011,43	2,24%
Área urbanizada	34.021,28	75,60%
Rios e lagos	204,42	0,45%
Total	44.996,16	100

A bacia do Educandos apresenta áreas densamente urbanizadas que ocupam a margem direita do Igarapé Quarenta. A unidade apresenta grande heterogeneidade de ocupação: bairros nobres, como o de Adrianópolis, Morada do Sol, ocupando os platôs interfluviais mais largos; bairros antigos, como o Centro, Educandos, Praça XIV e Cachoeirinha; bairros planejados, como o Japiim e Parque Dez; bairros urbanizados a partir de áreas de invasão, como Petrópolis, Zumbi dos Palmares e Armando Mendes; e assentamentos espontâneos nas planícies dos igarapés, sem qualquer

infraestrutura de saneamento, localizados ao longo da calha do Igarapé do Quarenta-bairros da Raiz, Cachoeirinha, Petrópolis e Japiim (LEAL, 2018).

A fim de atingir os objetivos propostos serão adotados 3 conjuntos de procedimentos e análises específicas: Revisão bibliográfica, Procedimentos para mapeamento e os procedimentos utilizados para a fase de trabalho em campo.

4.2 Etapas da pesquisa

A caracterização da paisagem levou em consideração três etapas: Compilação, trabalho de campo, sistematização e interpretação de dados. Este formato de proceder metodologicamente foi adaptado dos quatro níveis da pesquisa geográfica de Libault (1971) conforme **Quadro 1**, abaixo.

Quadro 1 - Etapas da pesquisa e os quatro níveis da pesquisa geográfica (LIBAULT, 1971)		
Pesquisa	Libault (1971)	Descrição
Compilação	Compilatório	Nesse nível são coletados, analisados e selecionados os dados a serem utilizados no trabalho.
Trabalho de campo	Correlatório	caracteriza as atividades de correlação dos dados levantados com a realidade do trabalho em seus diferentes momentos.
Sistematização	Semântico	relaciona-se à possibilidade de se aproveitar ou não, as informações levantadas nos dois momentos anteriores.
Interpretação de dados	Normativo	traduzem-se os resultados fatoriais em normas aproveitáveis, seja para sustentar a estrutura da pesquisa geográfica.

Na etapa pré-campo foi realizado o levantamento por imagens de satélites (Google Earth) e camadas vetoriais de arruamento, bairros e hidrografia fornecidos pela Secretaria de Meio Ambiente de Manaus. Essa etapa teve por objetivo realizar o levantamento dos pontos de campo nos três setores da BHE. As áreas foram escolhidas a partir da caracterização preliminar do uso do solo na bacia para áreas verdes, conjuntos habitacionais e bairros de ocupação mais recente e antiga. Dessa maneira a escolha dos locais de visita privilegiou essas áreas focais assim como o levantamento da hidrografia mais próxima.

No levantamento de dados e material de análise também foram utilizados os dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) atualizados de 2021 da cidade de Manaus e também informações atualizadas do Censo Demográfico realizado pelo IBGE em 2020. O SNIS reúne dados sobre saneamento, resíduos sólidos, água e esgoto e prestadores de serviços de todos os municípios brasileiros e tornou-se importante para compreender o nível em que se situa a cidade de Manaus no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos. Já a partir dos dados do Censo demográfico do IBGE (2020) foi importante para visualizar a dinâmica populacional e nível de acesso a serviços públicos que ocorrem na área da Bacia do Educandos.

Nas visitas em campo foram realizadas as seguintes atividades:

- descrição da paisagem do entorno da área analisada como: estrutura das moradias, comércios, infraestrutura de postes de luz, situação de bueiros e valas pluviais;
- entrevistas com moradores locais a fim de colher informações sobre coleta de resíduos formal, reciclagem, lixeiras informais, presença de catadores;
- levantamento da situação de áreas verdes, parques, praças
- levantamento da situação dos canais fluviais (natural, canalizados, tamponados, retelinizados);
- levantamento fotográfico dos locais visitados.

Após as visitas de campo foram reunidos os dados para realizar a classificação e apuração dos dados primários: entrevistas, descrições da paisagem, canais fluviais, áreas verdes e levantamento fotográfico. Com base na sistematização e interpretação desses dados levantados em campo foi possível classificar e definir os principais

impactos resultante dos descarte e da gestão incompleta dos resíduos sólidos na bacia do e Educandos

4.3 Mapeamento

A etapa de mapeamento teve como objetivo a divisão da bacia em setores, a identificação dos cursos fluviais para a pesquisa de campo, a localização e mapeamento do grau de impacto dos resíduos sólidos e identificar os usos e a ocupação do solo na bacia a partir dos seguintes dados:

- Base cartográfica vetorial – Bairros, arruamento e hidrografia disponibilizado pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMMAS);
- Série histórica de pluviosidade, umidade e direção do vento (Inmet) e regime hidrológico (ANA, CPRM);
- Base cartográfica vetorial – limites municipais, setores censitários, estradas, relevo, geologia e vegetação disponíveis pelo plataforma do IBGE;
- Imagens de satélites adquiridas da plataforma MAPBIOMAS
- Para a geração e processamento dos dados utilizou-se o software QGIS.

Em relação ao a análise do uso e ocupação da terra na BHE foram utilizadas técnicas de geoprocessamento, e uso do software QGIS (QGIS,2020). As imagens utilizadas foram do MAPBIOMAS para geração do mapa de uso da terra, para o ano de 2022, de modo a permitir uma análise atual do uso da cobertura da terra. O geoprocessamento pode ser entendido como a utilização de técnicas matemáticas e computacionais para tratar dados obtidos de objetos ou fenômenos geograficamente identificados ou extrair informações desses objetos ou fenômenos, quando são observados por um sistema sensor (MOREIRA, 2007).

O MAPBIOMAS é uma iniciativa que envolve uma rede colaborativa com especialistas nos biomas, usos da terra, sensoriamento remoto, SIG (Sistema de Informação Geográfica) e ciência da computação. Estes, utilizam processamento em nuvem e classificadores automatizados desenvolvidos e operados a partir da plataforma Google Earth para gerar uma série histórica de mapas anuais de cobertura e uso da terra do Brasil.

O mapa de uso da terra tem sua melhor aplicação em escalas até 1:100.000 e são gerados a partir de imagens LANDSAT 8, com resolução espacial de 30 metros. Assim, cada pixel das imagens é classificado, entre 27 classes de uso da terra (MAPBIOMAS, 2019). Desse modo, a partir do vetor de limite da BHE foi recortada as imagens do MAPBIOMAS e a partir disso foi processado de maneira a extrair, com o uso do SIG, a área de cada tipo de uso da terra para o ano de 2022.

4.4 Quadro de Impactos

A partir da sistematização dos dados levantados e das etapas pré-campo e campo, na última etapa foi construído um quadro de avaliação dos principais impactos de resíduos sólidos na BHE. Este quadro foi fundamentado na matriz de impactos de Sanches (2011) e conta com a avaliação de 15 impactos de acordo com a recorrência do mesmo na área da bacia analisada. Também é avaliada alguns indicadores relacionados à coleta e gerenciamento de resíduos sólidos.

A avaliação de impactos foi dividida por setores da bacia do Educandos e com base em verificações de campo em cada setor da bacia. Desse modo identificou-se

os potenciais impactos a partir do descarte incorreto de resíduos sendo eles:

- Entupimento de bueiros e bocas de lobo
- Assoreamento de canais
- Risco de alagamentos
- Doenças de veiculação hídrica - dengue, leptospirose e outros
- Contaminação hídrica por efluentes industriais
- Depósito irregular de resíduo industrial
- Despejo de esgoto in natura
- Risco de impacto sobre a fauna aquática
- Risco de acidente com manejo de RSU por catadores informais
- Presença de lixeiras irregulares
- Poluição visual
- Mau cheiro
- Coleta seletiva
- Coleta regular
- Coleta de esgoto regular

Cada potencial de impacto e indicadores de resíduos sólidos foram avaliados conforme tópicos a seguir:

- a) **Vermelho** - verifica-se o impacto ou potencial de impacto alto ou não atende o índice em análise no conjunto do setor da bacia
- b) **Amarelo** - ocorrência irregular ou com potencial de ocorrer impacto de forma moderada ou índice em análise é atendido de forma parcial no conjunto do setor da bacia.
- c) **Verde** - não verifica-se o impacto ou potencial de impacto é baixo ou índice em análise é atendido de forma satisfatória no conjunto do setor da bacia.

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

5.1 Gestão dos resíduos sólidos em Manaus

A partir das informações do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento foi possível traçar um quadro geral sobre o gerenciamento de resíduos sólidos na cidade de Manaus para posteriormente aprofundar na análise sobre a BHE. A população urbana de Manaus possui atualmente cerca de 2.063.689 de habitantes conforme dados do último Censo Demográfico (IBGE, 2020). Destes cerca 858.995 pessoas são atendidas pela coleta seletiva executada pela prefeitura (porta a porta) (SNIS,2021). Já a quantidade recolhida na coleta seletiva executada por empresa contratada pela prefeitura é de mais de 900 toneladas todo ano. Associações e cooperativas de catadores coletam cerca de 11 mil toneladas de resíduos todo ano, conforme o SNIS (2021). a **figura 6** mostra a quantidade de material reciclado por tipo na cidade.

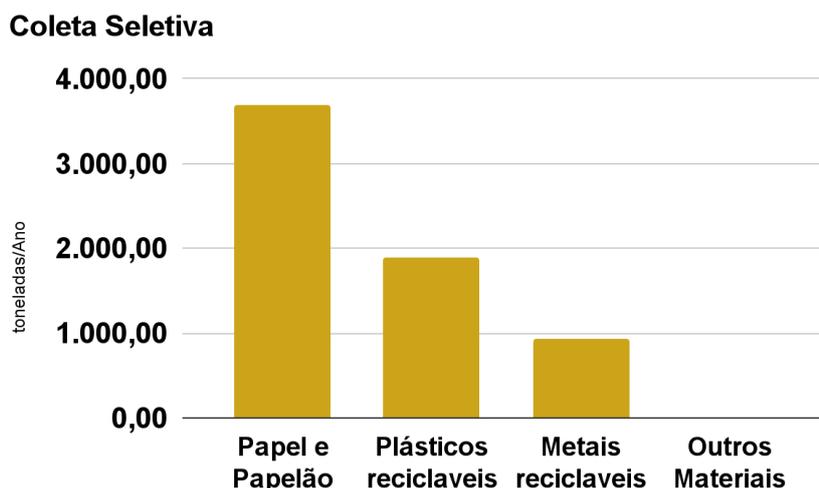


Figura 6 - Coleta seletiva em Manaus. Fonte: SNIS, 2021.

Assim, na cidade de Manaus o material com maior quantidade coletada para reciclagem é o Papel/Papelão com quase 4.000 toneladas ao ano seguido de Plásticos recicláveis com quase metade da quantidade coletada dos primeiros e depois os metais recicláveis próximo de 1.000 toneladas ao ano (SNIS, 2021). Também há outros materiais sendo coletados na cidade porém com uma quantidade

ainda muito ínfima.

A cidade terceiriza a operação da coleta de resíduos a partir de contrato de delegação de serviços. De acordo com o relatório do SNIS, 6% é a incidência das despesas com o manejo de resíduos sólidos Urbanos (RSU) nas despesas correntes da prefeitura. Desse modo, é de R\$172,56 a despesa *per capita* com manejo de RSU em relação à população urbana.

De acordo com as informações financeiras do SNIS (2021) os gastos com resíduos sólidos urbanos são maiores no setor privado justamente devido ao terceirização da coleta urbana, De acordo com o gráfico da **figura 7** é possível verificar as proporções entre o gasto público e privado com relação a coleta de resíduos urbanos (RSU).

Manejo RSU - Manaus SNIS 2021

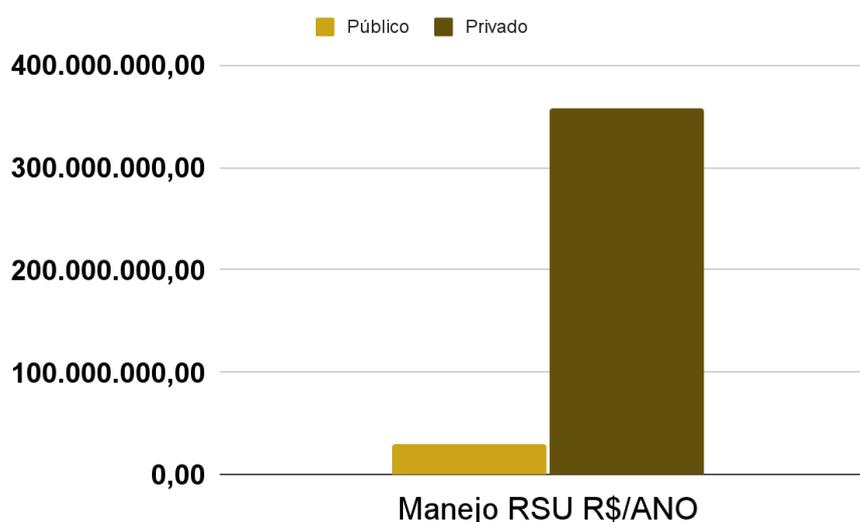


Figura 7 - Gastos por entidade de gerenciamento de RSU. Fonte: SNIS, 2021.

A variação pública na área urbana em Manaus consome por volta de R\$ 10.000.000,00. Este valor é quase um terço do valor utilizado pelo setor privado na mesma atividade. No gráfico da **figura 8** é possível observar a proporção dos valores alocados.

Varrição - Manaus - SNIS 2021

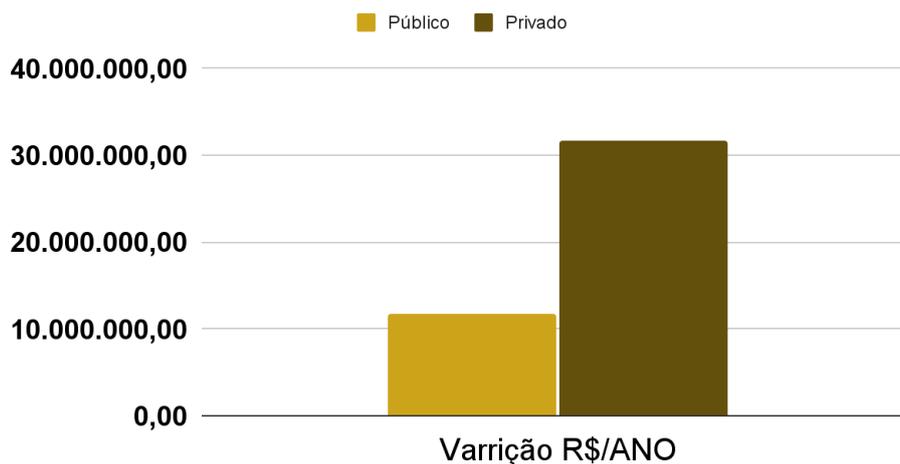


Figura 8 - Gastos em varrição na cidade de Manaus. Fonte: SNIS, 2021.

Os resíduos sólidos urbanos englobam dois outros tipos de resíduos. De um lado os resíduos domiciliares (RDO) e de outro os resíduos de áreas públicas (RPU) e Coleta Seletiva (SNIS, 2021). O gráfico da **figura 9** abaixo identifica a quantidade de coleta realizada por tonelada/ano entre os dois tipos de resíduos.

Coleta Resíduos Sólidos Urbanos

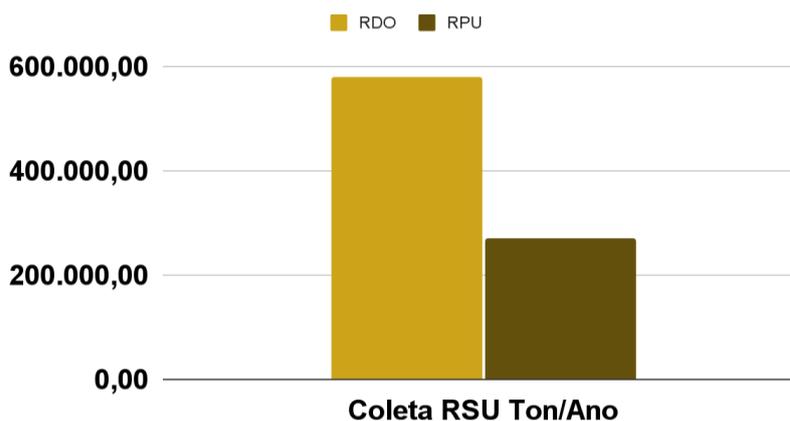


Figura 9 - Coleta de RSU por tonelada ao ano. Fonte: SNIS, 2021.

São coletadas quase 600.000 toneladas de resíduos domiciliares (RDO), praticamente o dobro dos resíduos públicos (RPU) coletados na área urbana de Manaus. Os resíduos domiciliares (RDO) referem-se aos resíduos diretamente gerados nos domicílios. Já os resíduos públicos estão ligados aos resíduos coletados

em áreas públicas como praças, vias públicas, calçadas e geralmente são coletados a partir das variações (SNIS, 2021).

Desse modo, os dados divulgados pelo Sistema Nacional de Informações de Saneamento permitiram traçar um contexto geral de alguns aspectos sobre o gerenciamento de resíduos na cidade. Alguns aspectos chamam a atenção a partir da análise dos dados como o alto custo com que o poder público arca com a gestão de resíduos sólidos na cidade bem como o tamanho das oportunidades para o campo da reciclagem e sua pouco ou quase nenhuma exploração econômica neste setor.

5.2 Caracterização da paisagem e das alterações nos Igarapés na BHE

Processos de canalização, retificação e fechamento de canais foram realizados na Bacia Hidrográfica do Educandos. Estes processos abrangeram o baixo curso do canal principal e seus afluentes também no baixo curso. Entretanto os processos de retificação, canalização e fechamento de canais não se deram de forma completa principalmente nos afluentes do canal principal, havendo canais fluviais com metade do seu trecho modificado e outra metade com trecho sem alteração porém degradado.

As modificações dos igarapés no baixo curso da bacia hidrográfica do Educandos foram realizadas a partir do Programa Social e Ambiental dos Igarapés de Manaus (PROSAMIM) em 2006. Tratou-se de um programa global de obras múltiplas de melhoria ambiental, urbanística e habitacional dos igarapés de Manaus.

Passados 17 anos desde o início das obras e o reconhecimento dos pontos positivos evidentes como a construção de moradias populares seguras por exemplo, o que pôde ser verificado nos trabalhos de campo, com relação aos impactos aos canais fluviais é que não houve um planejamento integrado na escala da bacia hidrográfica e sim alterações em alguns trechos nos canais do baixo curso com as obras realizadas. Problemas como falta de saneamento básico, descarte irregular de resíduos sólidos, intenso assoreamento ainda persiste ao longo da bacia tanto no baixo, médio como no alto curso.

Ao longo da pesquisa foi possível realizar incursões a campo no baixo curso da bacia do Educandos. A partir dessas incursões a campo foi possível caracterizar as alterações morfológicas dos canais em 5 tipos conforme **Quadro 2** a seguir.

Quadro 2: Morfologia dos igarapés urbanos no baixo curso da bacia do Educandos				
trecho do canal	características morfológicas do canal			extensão (metros)
	1 - Não Alterado			629
	2 - Alterado	2.1 - aberto	degradado	6.551
			retificado	5.660
			retificado e canalizado	4.184
2.2 - Fechado		5.086		

Dessa forma das condições encontradas dos canais fluviais do baixo curso na bacia hidrográfica do Educandos cerca 6,5 Km de extensão estão sob condição de degradação das suas margens.

As demais condições morfológicas apontam extensões com valores próximos, sendo canais fluviais retificados (5,6 Km), retificado - canalizado (4 km) e fechado (4 km). A figura 10 apresenta a distribuição espacial das condições morfológicas dos canais no baixo curso da Bacia hidrográfica do Educandos.

Conforme levantamento realizado por Costa e Silva (2011) com imagens TOPODATA com resolução de 30 metros, a bacia do Educandos apresenta uma área de 44,5 Km² e perímetro de 36,273 km, caracterizando-se como uma bacia de 5ª ordem. A densidade de drenagem que mede a relação entre o comprimento total dos cursos d'água e a área ocupada pela bacia é alta, 3,87 km/km² tratando-se, no entanto, se tratando de uma elevada extensão de canais por quilômetro quadrado. A densidade hidrográfica que calcula a relação existente entre o número de rios ou

curtos d'água e a área da bacia hidrográfica é de 17,25 canais/ km² . O fator forma apresentado é de 0,33 e o índice de circularidade de 0,42 (COSTA, 2011).

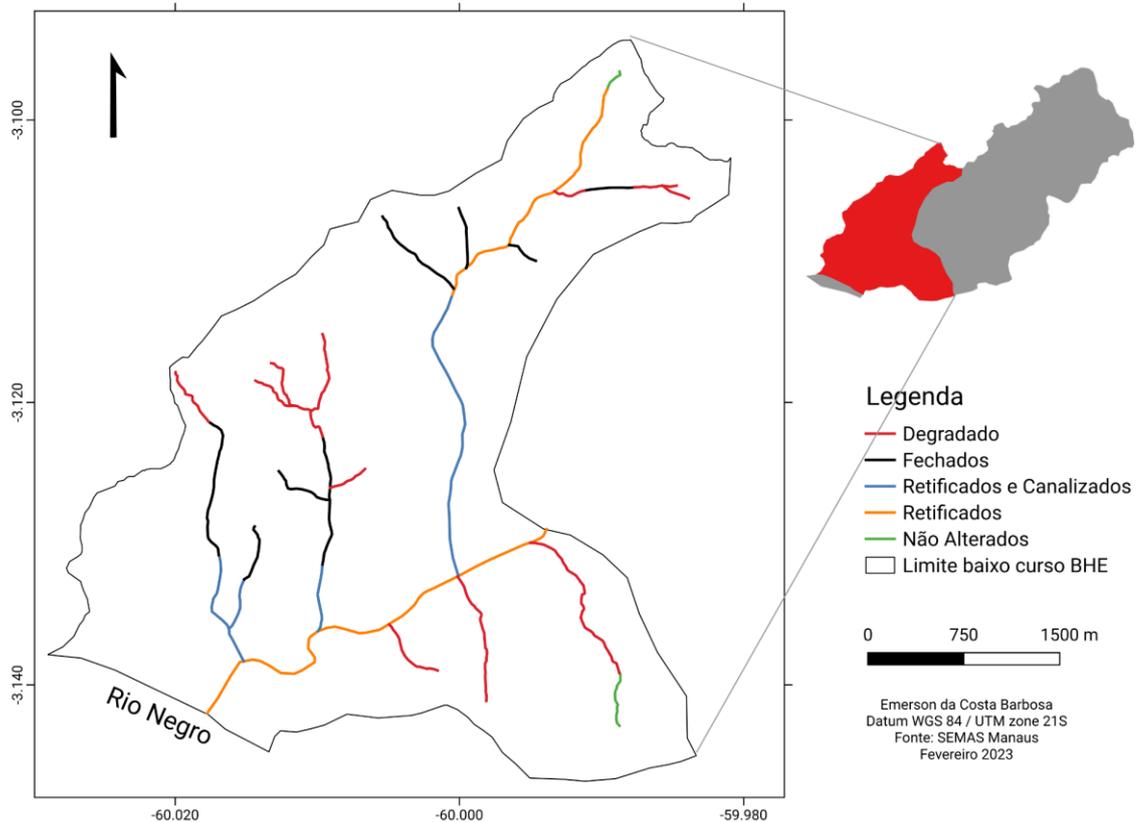


Figura 10: Mapa das alterações morfológicas nos igarapés no baixo curso da BHE.

Assim, é possível identificar o avanço da urbanização sobre praticamente todos os canais do baixo curso da BHE incluindo grande parte das nascentes. É possível observar dois únicos trechos de canais que não sofreram alterações na sua morfologia. Os dois trechos tratam de áreas de instituições públicas, do INPA (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia) - trecho ao norte e no trecho ao sul uma área pertencente à Base Aérea de Manaus.

Os canais Não Alterados ou naturais foram identificados a partir das análises realizadas em imagens de satélite e na confirmação em campo, caracterizando-se por apresentarem suas margens estabilizadas naturalmente pela vegetação arbórea que compõem seu entorno. Não apresentam ocupações na extensão de 30 metros de suas margens a partir do seu leito principal conforme legislação ambiental vigente.



Figura 11: Detalhe de imagem de um trecho de igarapé não alterado no baixo curso da BHE em área conservada pertencente à Base Aérea de Manaus. Fonte: Google Earth, 2022.

Igarapés caracterizados como degradados referem-se a cursos fluviais ou trechos de cursos fluviais que se encontram com suas margens ocupadas em sua grande maioria por moradias de grupos populacionais de baixa renda mas não raro também ocupados por áreas particulares como galpões e terrenos baldios. Foram identificados nesses canais a ausência de vegetação arbórea, a exposição do solo, a ação de erosão das águas servidas proveniente das residências e também a erosão das águas dos próprios canais de drenagem e também a vegetação do tipo gramínea em alguns pontos ao longo da extensão destes canais **Figura 12**. Ademais os igarapés deste grupo também são locais de depósito de resíduos sólidos domésticos de todos os tipos como sofás, colchões, eletrodomésticos em geral bem como são canais onde são despejadas as águas servidas e de esgotamento sanitário em geral.



Figura 12: canal degradado com forte presença de lixo acumulado sobre as margens sem proteção de vegetação arbórea e exposto ao trabalho erosivo das enxurradas, o igarapé também é objeto de depósito dos esgotamentos sanitários das moradias construídas ao longo das margens do canal. Emerson Costa Barbosa, Fevereiro, 2022.

A retificação é sinônimo de retificação e trata-se de uma medida estrutural de engenharia. Com a aceleração do escoamento das águas nos leitos fluviais o intuito é resolver o problema das inundações em áreas densamente urbanizadas.

Os canais retificados encontrados na bacia representam canais que foram alvo de obras envolvendo principalmente a retirada de meandros e curvas buscando torná-lo retilíneo e mais íngreme para o aumento da velocidade do fluxo d'água, concentrando-o e permitindo a rápida transferência das enchentes. A principal característica desses canais encontrados na bacia é a concretagem de suas margens, bem como o uso de gabiões ou também o uso de processos de terraplanagem para estabilização das margens e retificação dos canais **Figura 13**.

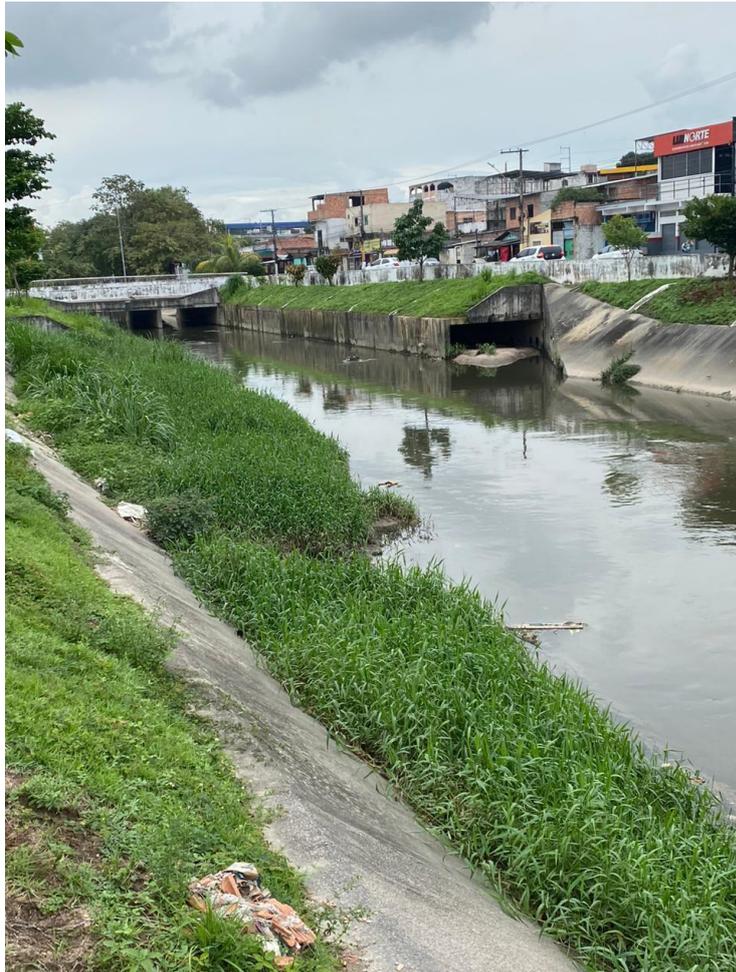


Figura 13: trecho retificado do igarapé do Quarenta (canal principal) com margens parcialmente concretadas, nota-se a presença de vegetação rasteira sobre depósitos acumulados no leito do canal indicando intenso processo de assoreamento. Emerson Costa Barbosa, Fevereiro, 2022.

Os cursos fluviais que foram alvos de intervenções de engenharia com a concretagem não apenas de suas margens mas também do seu leito/talvegue foram classificados como retificado e canalizado, este tipo de intervenção nos igarapés somente é encontrada no baixo curso da Bacia do Educandos. A retificação e canalização dos igarapés do baixo curso da BHE integraram o conjunto de obras do Programa Social e Ambiental dos igarapés de Manaus (PROSAMIM). Esta tipologia caracteriza somente trechos de alguns igarapés e não toda a extensão destes canais, esta situação faz com que o alto cursos e nascentes destes canais fiquem expostos a transbordamento e alagações em dias de fortes chuvas devido a descontinuidade na morfologia. Também ocorre o acúmulo de sedimentos e resíduos sólidos na transição da parte não retificada/canalizada para a parte retificada/canalizada.



Figura 14: trecho retificado - canalizado no igarapé do Mestre Chico na BHE. **Fonte:** PROSAMIM (2022).

Os canais identificados como fechados são caracterizados por possuírem seu leito completamente canalizado e tamponados tendo seu fluxo atuando subterraneamente a partir de tubulações. No baixo curso da Bacia do Educandos o leito dos igarapés fechados são substituídos por ruas, parques e praças enquanto o fluxo fluvial corre subterraneamente a partir de tubulações de concreto.

Assim como ocorre com a retificação são somente trechos de canais que estão nesta condição o que pode acarretar consequências como inundações, assoreamentos e entupimento de canais devido ao acúmulo de resíduos sólidos entre outros.



Figura 15: leito de canal fluvial fechado e sobre ele uma via pública no Residencial Manaus. Fonte: PROSAMIM (2022).

5.3 Problemas ambientais na Bacia do Educandos.

O levantamento dos problemas ambientais na bacia do Educandos obedeceu a sequência dos processos que ocorrem na paisagem ao longo dos canais fluviais da bacia. Assim elencamos seis problemas ambientais preliminarmente identificados mas que podem se desdobrar em outros problemas até o término do estudo. Entre estes problemas identificamos a supressão da mata ciliar, os processos erosivos, assoreamentos, aterramento de canais, inundações e outros processos hidrometeorológicos e a poluição hídrica. Nesse sentido houve a necessidade de contextualizar estes problemas na bacia e realizar sua caracterização.

Supressão de mata ciliar:

Mata ciliar é a formação vegetal localizada nas margens dos rios, córregos, lagos, represas e nascentes. A mata ciliar também é conhecida como mata de galeria, mata de várzea, vegetação ou floresta ripária.

A supressão da mata ciliar leva a um aumento da pressão sobre os canais fluviais, a diminuição da rugosidade da paisagem, a uma fragilidade das margens e aumenta também a temperatura e a sensação de calor. A vegetação poderia contribuir de forma positiva com relação ao conforto térmico em relação aos dias quentes da região contribuindo na redução do aquecimento demasiado da área urbana e a formação de ilhas de calor.



Figura 16: canal retificado e canalizado aberto e com margens concretadas, pouca vegetação arbórea nas margens. Emerson Costa Barbosa, Fevereiro, 2022.

A Prefeitura de Manaus por meio da Secretaria de Meio Ambiente (SEMMA)

põe em prática o um plano de proteção às margens dos cursos d'água tem identificando a situação das áreas de preservação permanente (APPs) dos igarapés na área urbana para promover a recuperação das mesmas, onde possível (MANAUS,2011). A secretaria atua com duas estratégias, a primeira está relacionada à implantação de Corredores Ecológicos que promovem à conexão de diferentes áreas protegidas e a segunda é a implantação de corredores de proteção e parques lineares ao longo dos igarapés da cidade.

Processos Erosivos:

Resultado de um perigo natural cujo impacto é ampliado pelas atividades humanas e pela ocupação do território: erosão, desertificação, incêndios poluição, inundações. Na BHE os riscos ambientais estão associados às inundações. Comunidades e bairros que se situam nas margens de canais de drenagem ainda convivem com riscos principalmente no período chuvoso bem como processos erosivos decorrentes.



Figura 17: Processo erosivo às margens do igarapé do Quarenta e presença de resíduos sólidos descartados de forma irregular. Emerson Costa Barbosa, Fevereiro, 2022.

Assoreamento:

A sedimentação é um processo natural, decorrente da erosão. No entanto, sua

aceleração, devido às intervenções urbanas e resultado do descarte irregular de resíduos domésticos e de obras tem como consequência uma série de impactos. As extremas mudanças no uso do solo na bacia impactaram diretamente a dinâmica fluvial, favorecendo um volume de vazão e/ou carga excessiva de sedimentos para os igarapés.

As consequências decorrentes do processo de assoreamento são: a intensificação das enchentes, elevação do talvegue provocando inundações e desequilíbrios ambientais que afetam a fauna e a flora. Tucci (2003) afirma que existem dois tipos de sólidos encontrados no ambiente fluvial: o primeiro é referente aos sedimentos gerados pela erosão e o segundo são os resíduos sólidos depositados ao longo dos canais fluviais. Praticamente todos os canais do baixo curso da Bacia do Educandos apresentam processos de assoreamento e na grande maioria dos casos é oriunda de descarte irregular de resíduos sólidos domésticos e bota-fora de construções



Figura 18: Intenso acúmulo de lixo e de vegetação sobre o leito do canal indicando processo de assoreamento. Emerson Costa Barbosa, Fevereiro, 2022.

Os resíduos sólidos descartados nos canais fluviais contribuem diretamente na ocorrência das inundações na BHSR devido a grande quantidade depositada nos leitos fluviais principalmente nos tributários do canal principal.

Aterramentos de canais e Nascentes

O aterramento constitui uma das formas de aplainar a superfície dos terrenos para criação de base para fundações de edificações. Na Bacia do Educandos em praticamente todo o baixo curso da bacia são inúmeros os processos de terraplanagem para a construção de edificações. Alguns canais de primeira ordem na bacia foram fechados para a construção de vias sobre o leito dos canais. O aterramento e a tubulação de canais e nascentes também contribuem para as inundações urbanas, pois facilitam o acúmulo e o represamento da água pelos resíduos sólidos.



Figura 19: depósito de material de construção no canto esquerdo da fotografia em trecho de canal com margens ocupadas por moradias precárias expostas ao risco de inundações.
Emerson Costa Barbosa, Fevereiro, 2022.

Inundações e demais processos hidrometeorológicos

Os processos hidrometeorológicos também são considerados problemas ambientais encontrados ao longo da bacia do Educandos. No caso das inundações, ainda que sejam consideradas processos naturais de qualquer curso d'água estes são potencializados pela precarização urbana. Inundação é todo o extravasamento das águas do leito principal para o leito secundário após episódio de chuva intensa e com a urbanização são intensificadas provocando danos, perdas e prejuízos a comunidades e grupos no entanto é necessário realizar a diferenciação **Quadro 2** de outros processos que também ocorrem na bacia a partir da proposição conceitual definida por Mendonça (2021).

Quadro 2: Panorama geral dos processos hidrometeorológicos na BHE

Processos hidrometeorológicos	Conceito (MEDONÇA,2021)	Bacia do Educandos
Enchente/ cheia	elevação do nível d'água no canal de drenagem devido ao aumento da vazão, atingindo a cota máxima do canal, porém sem extravasar.	cheia do Rio Negro - área da foz do igarapé do Educandos. Enchente ocorre em todos os igarapés da bacia
Alagamentos	acúmulo momentâneo de águas em determinados locais por deficiência no sistema de drenagem. Cobre pequena parte da planície.	igarapés fechados e de primeira e segunda ordem
Inundações	transbordamento das águas de um curso d'água, atingindo a planície de inundação ou área de várzea.	transbordamento do Igarapé do Quarenta (canal principal) e canais de terceira e quarta ordem.
Enxurradas	escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte, que pode ou não estar associado a áreas de domínio dos processos fluviais.	processos erosivos ocorrem em toda a extensão dos igarapés da bacia.

Os processos hidrometeorológicos acima identificados são eventos recorrentes na paisagem da bacia do Educandos **Figura 15**. Embora processos naturais estes são intensificados pela precariedade urbana presente no contexto da bacia hidrográfica causando uma série de danos e prejuízos a grupos sociais.

Poluição:

As águas doces e oceânicas são receptáculos de uma enorme gama de poluentes químicos, radioativos, microbiológicos, sonoros, orgânicos entre outros. De acordo com De Miranda (1995) os principais responsáveis pela poluição das águas doces são os sais solúveis (nitratos, cloretos, etc), os detergentes, os adubos e metais pesados, o fenol, os pesticidas e a poluição biológica, todos produzidos pelas atividades industriais, urbanas e agrícolas.

Um dos tipos de poluição mais perigosos para as populações em meio urbano é a poluição biológica. Este tipo de poluição ocorre em praticamente todos os setores da BHE. A poluição biológica das águas se caracteriza sempre por uma forte contaminação bacteriológica gerando problemas de saúde pública permanentes, agudos e crônicos.

Hepatites, cólera, leptospirose são doenças que se encontram hoje nos recursos hídricos poluídos. As matérias orgânicas lançadas nos cursos d'água, de origem industrial ou doméstica, também são putrescíveis. A fermentação desses resíduos leva a uma diminuição no oxigênio dissolvido, medido pelo DBO (demanda biológica do oxigênio) que é fundamental à existência e à dinâmica dos povoamentos animais e vegetais nos sistemas hídricos (DE MIRANDA,1995).



Figura 20: Acúmulo de resíduos sólidos às margens do igarapé do educandos.

Melo *et al* (2005) caracterizando a poluição na orla da cidade de Manaus obtém resultados das análises bacteriológica tanto para coliformes fecais quanto para totais e encontra elevados níveis de contaminação nas águas, principalmente nos locais a jusante da foz da bacia de São Raimundo, Educandos e Amarelinho. O fato caracteriza o alto nível de contaminação dos cursos fluviais urbanos de Manaus, especialmente no igarapé do Quarenta curso fluvial principal da Bacia do Educandos.

Nesse sentido vale destacar o trabalho realizado por SILVA (2010) que analisando os níveis de metais potencialmente tóxicos nas águas da bacia do Educandos encontrou valores que ultrapassam aqueles permitidos pelo CONAMA. Fato que revela mais uma vez a intensa degradação da bacia tanto por resíduos domiciliares quanto industriais onde esta última atividade ocupa parte considerável da área da bacia. Ferreira (2012) realizando a avaliação ambiental de sedimentos

defundo na bacia do educandos também chega a concluir índices elevados de degradação da bacia destacando a intensa influência antrópica.

6. POTENCIAL DE IMPACTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NA BHE

A partir da análise e caracterização da paisagem da BHE, os principais processos que atuam na bacia, bem como a análise do uso e ocupação do solo foi construída uma matriz de impactos relacionados aos resíduos sólidos.

Foram identificados impactos e parâmetros e analisada sua potencialidade de ocorrência por setor da bacia conforme **quadro 03**.

Quadro 3: Quadro de avaliação de impactos de resíduos sólidos na BHE			
Potencial de Impactos, índices e parâmetros analisados			
	Alta Bacia	Média Bacia	Baixa Bacia
Entupimento de bueiros e bocas de lobo			
Assoreamento de canais			
Risco de alagamentos			
Doenças de veiculação hídrica - dengue, leptospirose e outros			
Contaminação hídrica por efluentes industriais			
Depósito irregular de resíduo industrial			
Disposição irregular de resíduos de obras e construções			
Despejo de esgoto in natura			
Risco de impacto sobre a fauna aquática			
Risco de acidente com manejo de RSU por catadores informais			
Presença de lixeiras irregulares			
Poluição visual			
Mau cheiro			
Coleta seletiva			
Coleta regular			
Coleta de esgoto doméstico			

Na alta bacia verificou-se alto o potencial de impacto neste setor bem como não atendeu satisfatoriamente alguns índices em análise no conjunto do setor da bacia. Foram 9 itens considerados insatisfatórios e de elevado potencial de impactos sendo eles: assoreamento de canais, risco de alagamentos, doenças de veiculação hídrica - dengue, leptospirose e outros, disposição irregular de resíduos de obras e construções, despejo de esgoto *in natura*, poluição visual, poluição visual, mau cheiro,

coleta seletiva e coleta de esgoto doméstico.



Figura 21: **a** - Depósito irregular de lixo em terreno baldio na alta bacia do Educandos; **b** - igarapé na alta BHE ocupado em suas margens por moradias de alvenaria que depositam esgoto *in natura* sobre o canal fluvial; **c** - depósito irregular de lixo próximo às margens do igarapé do Quarenta (canal principal do curso fluvial).

A ocorrência deste resultado para o setor da alta bacia do Educandos é compreendida pela combinação entre a precária oferta de infraestrutura, serviços públicos em bairros e comunidades de baixa renda que se localizam na alta bacia do educandos e próximo as principais nascentes do igarapé do quarenta (canal

principal). Este setor da bacia tem ocupação relativamente recente em relação aos demais setores datados de meados da década de 80 como os bairros zumbi dos palmares que ocorreu de forma precária e mais antiga como o bairro armando.

Entre os índices melhor avaliados estão: Contaminação hídrica por efluentes industriais, Depósito irregular de resíduo industrial, Coleta regular. A avaliação positiva desses fatores se deve justamente porque este setor da bacia não possui áreas industriais, ao contrário do setor médio da bacia do Educandos.

Na média bacia do educandos verifica-se uma outra estrutura urbana. neste setor da bacia há uma preponderância de área industrial que constitui parte do polo industrial da cidade de Manaus. essa característica no uso e ocupação da terra neste setor da bacia fez com que fossem verificadas mudanças em relação aos potenciais de impactos analisados. Entre os principais potenciais de que tiveram uma avaliação satisfatória

Na baixa bacia do Educandos predomina a ocorrência irregular ou com potencial de ocorrer impacto de forma moderada com relação aos resíduos sólidos. Dos 15 aspectos analisados, 8 receberam a avaliação de potencial de impacto moderada. Este fato pode ser analisado a partir da característica do uso e ocupação da terra neste setor da bacia. Este setor é caracterizada predominantemente por área urbana com poucas áreas verdes preservadas, foi o setor onde foi iniciado a ocupação na BHE e que portanto não são ocupações recentes ao contrário da alta bacia do educandos.

Dessa maneira é possível verificar que o potencial de impactos de resíduos sólidos ocorre de forma irregular e variada nos diferentes setores da bacia. A dinâmica distinta na forma de ocupação da terra com áreas ocupadas recentes, outras mais antigas, conjuntos habitacionais, grandes áreas públicas verdes e áreas industriais explicam a variabilidade dos potenciais de impactos dos resíduos sólidos e na bacia de forma geral.

7 . CONSIDERAÇÕES FINAIS

As bacias hidrográficas em áreas urbanas em países desiguais como o Brasil apresentam altos índices de poluição, ocupação das margens, redução de drenagem natural e acúmulo de resíduos sólidos. Neste contexto as bacias

hidrográficas da área urbana de Manaus e seus cursos fluviais também não são diferentes. Diversas pesquisas relevantes já se debruçaram sobre a questão da poluição ambiental e seus impactos nos sistemas ambientais na cidade de Manaus em geral e na Bacia do Educandos especificamente.

Chaves & Carvalho (2020) levantam a questão da renaturalização dos igarapés em Manaus, especificamente dos igarapés do Mindu e do Educandos. Os pesquisadores depreendem que a renaturalização traria benefícios diretos, relacionados com a sustentabilidade da bacia hidrográfica, pela restauração da rede de drenagem e renaturalização dos igarapés. A renaturalização de cursos fluviais também teriam o potencial de ampliar a percepção da população para as questões relacionadas à sustentabilidade e à consciência socioambiental, ademais trariam possibilidades de dinamizar a economia e de atrair investimentos em turismo.

A vegetação, por exemplo, em áreas urbanas assim como na cidade de Manaus poderia cumprir um papel relevante no controle de inundações, de processos erosivos e também no conforto térmico em relação aos dias quentes da região contribuindo na redução da formação de ilhas de calor. Também para a proteção do solo em relação a erosividade das chuvas.

A camada de solo sem proteção em grande parte da periferia recebe o impacto direto das chuvas acelerando o aparecimento de ravinas e voçorocas devido a sua alta erodibilidade. No controle de inundações, pois a vegetação retém uma grande quantidade de água na copa das árvores permitindo a lenta percolação da água para o solo até o freático. Ao contrário disto a área urbana de Manaus apresenta uma alta impermeabilização do solo a partir de asfaltamento e concreto e muito pouca vegetação o que leva ao rápido escoamento da água das chuvas para os fundos de vale onde se encontram o leito dos igarapés provocando as inundações.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, Aziz Nacib. **Os domínios de natureza no Brasil: Potencialidades paisagísticas**. Ateliê editorial. São Paulo, 2003.

ACRÍTICA, Jornal. Forte chuva em Manaus causa alagamentos e derruba muro de creche. Link: <<https://www.acritica.com/manaus/forte-chuva-em-manaus-causa-alagamentos-e-derruba-muro-de-creche-1.176314>>, 2017. Acesso Março 2023.

ALBUQUERQUE, Adorea Rebello. A Erosão no Contexto das Bacias Hidrográficas. In: ALBUQUERQUE, Adorea Rebello (Org). **Contribuições teórico-metodológica da Geografia Física**. Manaus: Editora da Universidade Federal do Amazonas, 2010, p9-41.

ANDRADE.G. O. Furos, Paranás e Igarapés. Análise genética de alguns elementos do sistema potamográfico amazônico. **XVIII Congresso Internacional de Geografia**. Rio de Janeiro, 1956.

ASMUS, C.I.R.F.; ALONZO, H.G.A.; PALACIOS, M.; SILVA, A.P.; FILHOTE, M.I.F.; BOUSI, D.; CAMARA, V.M. Avaliação de risco a saúde humana por resíduos de pesticidas organoclorados em cidades dos meninos. Duque de Caxias Rio de Janeiro. 2008.

BITTENCOURT, Maria Mercedes; AMADIO, Sidnéia Aparecida. Proposta para identificação rápida dos períodos hidrológicos em áreas de várzea do rio Solimões-Amazonas nas proximidades de Manaus. **Acta Amazônica**. Vol. 37(2) 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59672007000200019. Acesso em: 20 Fevereiro de 2023.

BOTELHO, Rosangela Garrido Machado. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. IN: GUERRA, A.J.T.; SILVA, A.S.; BOTELHO, R.G.M **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 269-300, 1999.

BRASIL. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010. Presidência da República, Departamento da Casa Civil. Brasília, 2010.

BRASIL. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos. Brasília: MCIDADES.SNSA, 2021.

CANHOLI, Aloísio Pardo. **Drenagem urbana e controle de enchentes**. São Paulo: Oficina de textos, 2014. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=ptBR&lr=&id=BPAtCQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP25&dq=CANHOLI+Planejamento+de+sistemas+de+Drenagem+urbana&ots=9WqrlnP874&sig=Yx_kKZVJn5LW941XwEIW0BIAxxE#v=onepage&q=CANHOLI%20Planejamento%20de%20sistemas%20de%20Drenagem%20urbana&f=false. Acesso em Fev 2023.

CARVALHO, Iraúna Maiconã; CHAVES, Adelina Cristina A. Renaturalização de cursos d'água em Manaus/AM. **Brazilian Journal of Animal Environmental Reserch.**, Curitiba, v. 3, n. 3, p.2332-2351, jul./set. 2020.

CEMPRE. COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM. Disponível em: <http://www.cempre.org.br/2010>. Acesso em: 16 janeiro. 2023

COELHO NETO, Ana Luiza; AVELAR, André de Souza. O uso da Terra e a Dinâmica Hidrológica: comportamento hidrológico e erosivo de bacias de drenagem. In:

SANTOS, Rozely.(Org.). **Vulnerabilidade Ambiental Desastres naturais ou fenômenos induzidos?** Brasília: MMA, 2007. Disponível em: <http://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/pdf/vulnerabilidade-ambiental-desastres-naturais-ou-fenomenos-induzidos.pdf>. Acesso em: 12 Jan 2023.

COSTA, Eduardo Bulcão da Silva. Análise Morfométrica das bacias hidrográficas do Educandos e São Raimundo na região de Manaus–AM. **XX Jornada de Iniciação Científica PIBIC INPA**, CNPq/FAPEAM, 2011.

CUNHA, Sandra. Batista. Geomorfologia Fluvial. In: GUERRA, Antonio Jose Texeira e CUNHA, Sandra Batista. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 5 ed. Rio de Janeiro:Bertrand Brasil, 2003.

FERREIRA, Paulo Renan Gomes. Avaliação ambiental de sedimentos de fundo da sub-bacia do Igarapé Educandos (Manaus-AM) usando uma técnica de extração sequencial. 2012. 63 f. **Dissertação (Mestrado em Química)** - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2012.

FILHO, L. V. S.; BRAGA, M. C. B. Abordagem para o desenvolvimento de questionário de percepção ambiental em uma Bacia Hidrográfica Urbana. In: **XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. Anais.Campo Grande, 2009.

FISCH, Gilberto.; MARENGO, José; NOBRE, Carlos. Clima da Amazônia. Disponível em: <<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rcliman/boletim/cliesp10a/fish>. HTML> Acesso em 14 nov 2022.

HENNIGEN, V. Otimização da coleta seletiva em edifícios residenciais de Porto Alegre/RS: desafios e oportunidades. 2003. 172 f. **Monografia (Especialista em Gestão Empresarial)**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2003.

HOORNWEG, Daniel; BHADA-TATA, Perinaz; KENNEDY, Chris. Environment: Waste production must peak this century. **Nature**, v. 502, n. 7473, p. 615-617, 2013.

IBGE Censo Demográfico. Disponível em:< <http://www.ibge.gov.br/censo>>. **Acesso em** Jan, 2023.

LEAL, Ana Elisa. Caracterização geomorfológica e análise da ocupação urbana da sub-bacia do Educandos, Manaus - Amazonas. 2018. 95 f. **Dissertação (Mestrado em Geociências)** - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018.

LEMOS, Lila Sígrid Macena. Áreas de risco nas bacias hidrográficas urbanizadas de Manaus. 2016. 264 f. **Dissertação (Mestrado em Geografia)** - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2016.

LIBAULT, André. Os quatro níveis da pesquisa geográfica. Universidade de São Paulo, **Instituto de Geografia**, 1971.

MAPBIOMAS. Projeto MapBiomas – Coleção 3.1 da **Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil**. Disponível em: http://mapbiomas.org/pages/database/mapbiomas_collection. Acesso em 01 julho 2023.

MELO, Alana Larissa S. de; CUNHA, Hillândia B. da; BARAÚNA, Ednelson F. Avaliação dos Coliformes nas Águas do Rio Negro na Orla de Manaus-Am. XVI **Jornada de Iniciação Científica PIBIC** CNPq/FAPEAM/INPA, 2006.

MENDONÇA, Francisco. **Geografia e meio ambiente**. Editora Contexto, 1994

MENDONÇA, Francisco. **Riscos híbridos. Concepções e perspectivas socioambientais**. Oficina de Textos, 2021.

MOREIRA, Mauricio A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. 3ª ed. Viçosa/MG: UFV, 320p, 2007.

OLIVEIRA, N. A. S. A percepção dos resíduos sólidos (lixo) de origem domiciliar no Bairro Cajuru, Curitiba-PR: um olhar reflexivo a partir da educação ambiental. 160f. **Dissertação (Mestrado em Geografia)**. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2006.

RADAMBRASIL, Projeto. Folha SA. 20 Manaus: geologia; geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. 1978.

RATTNER, H. Meio ambiente, saúde e desenvolvimento sustentável. *Ciência e Saúde Coletiva* v. 14, n. 6, p. 1965-1971, 2009.

RESENDE, I.L.M.; VIEIRA, J.E. Coleta seletiva: subsídio para a associação dos catadores de materiais recicláveis - Quirinópolis-GO. In: **VII Seminário Nacional de Resíduos Sólidos - Projetos Socioeconômicos**, São Paulo, 2004.

SÁNCHEZ, Luis Enrique. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. Oficina de textos, 2020.

SILVA, Clauzionor Lima da. Análise tectônica Cenozóica da região de Manaus e adjacências. Orientador: Norberto Morales. 2005. 285 f. **Tese (Doutorado em Geologia Regional)** – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2005.

SILVA, Mauricio Brito da et al. Análise dos níveis de metais potencialmente tóxicos e análise microbiológica nas águas da bacia do Educandos (Manaus-AM). **Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia e Recursos Naturais da Amazônia- MBT**, 100p. 2010.

SIMONETTO, E. O.; BORENSTEIN, D. SCOLDSS. Sistema de Apoio à Decisão Aplicado ao Planejamento e Distribuição da Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos. In:

XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 03 a 05 de novembro. Anais. Florianópolis, 2004.

TEODORO, Valter Luis lost; *et al.* O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista Uniara**, Araraquara, v11. n20,p. 137-156, 2007.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. Águas Urbanas. In: TUCCI, Carlos Eduardo Morelli; BERTONI, Juan Carlos. **Inundações na América do Sul**. Associação brasileira de recursos hídricos. Porto Alegre, 2003. Disponível em:<https://www.cepal.org/samtac/noticias/documentosdetrabajo/5/23335/InBr02803.pdf> Acesso em: 12 fevereiro de 2023.

VIEIRA, Antonio Fábio Guimarães. Desenvolvimento e distribuição de voçorocas em Manaus (AM): principais fatores controladores e impactos urbano-ambientais. Orientador: Marcelo Accioly Teixeira de Oliveira 2008.223f. **Tese(Doutorado em Geografia)**. Centro de Filosofia e Ciências Humanas -Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.