



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

GABRIEL PERNAMBUCO XIMENES

**ANÁLISE DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO INTERIOR DE VOÇOROCAS NA
BACIA HIDROGRÁFICA COLÔNIA ANTÔNIO ALEIXO, MANAUS -AM.**

MANAUS-AM

2025

GABRIEL PERNAMBUCO XIMENES.

**ANÁLISE DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO INTERIOR DE VOÇOROCAS NA BACIA
HIDROGRÁFICA COLÔNIA ANTÔNIO ALEIXO MANAUS-AM.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia na Universidade Federal do Amazonas, para obtenção do título de mestre em Geografia.

Orientador: Dr. Antonio Fabio Sabbá
Guimarães Vieira

MANAUS-AM

2025

Ficha Catalográfica

Elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

- X6a Ximenes, Gabriel Pernambuco
Análise dos resíduos sólidos no interior de voçorocas na bacia hidrográfica Colônia Antônio Aleixo, Manaus -AM / Gabriel Pernambuco Ximenes. - 2025.
114 f. : il., color. ; 31 cm.
- Orientador(a): Antonio Fabio Sabbá Guimarães Vieira.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Amazonas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Manaus, 2025.
1. Voçorocas. 2. Resíduos sólidos. 3. Bacias hidrográficas. 4. Colônia Antônio Aleixo. I. Vieira, Antonio Fabio Sabbá Guimarães. II. Universidade Federal do Amazonas. Programa de Pós-Graduação em Geografia. III. Título
-

GABRIEL PERNAMBUCO XIMENES.

**ANÁLISE DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO INTERIOR DE VOÇOROCAS NA BACIA
HIDROGRÁFICA COLÔNIA ANTÔNIO ALEIXO MANAUS-AM.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós
Graduação em Geografia na Universidade
Federal do Amazonas, para obtenção do título
de mestre em Geografia. Aprovado em: 31 de
janeiro de 2025

BANCA EXAMINADORA

Antonio Fabio Sabbá Guimarães Vieira

PPGEOG/UFAM

Deivison Carvalho Molinari

PPGEOG/UFAM

Armando Brito da Frota Filho

PPGEO/UFAM

Manaus-AM
2025

AGRADECIMENTOS

A todos aqueles que me ajudaram a chegar a este momento, os meus mais sinceros agradecimentos. Em primeiro lugar, agradeço a **DEUS** por me conduzir até aqui e por colocar pessoas incríveis em minha vida. Sem elas, nada disso seria possível.

À minha falecida avó **Maria Zilda Andrade Pernambuco**, por todas as bênçãos concedidas em vida e após sua partida. Jamais teria chegado até aqui sem ela. Sinto sua presença em cada conquista diária. Obrigado por tudo.

Ao meu avô **Celestino Pernambuco de Sousa**, por ser um exemplo de homem e pai, e por disseminar o amor em nossa família.

À minha mãe, **Maria Josilene Pernambuco**, por ser minha maior incentivadora, por sempre acreditar em mim nas situações mais adversas, por ser minha maior companheira na vida e por todos os privilégios concedidos ao longo da minha trajetória. Entre eles, o de poder me dedicar exclusivamente aos estudos. Obrigado, minha mãe.

Ao meu irmão, **Vinícius Pernambuco Ximenes**, e ao meu pai, **Francisco das Chagas Ximenes**, pelos cuidados diários e por, junto com minha mãe, sempre lutarem para que tivéssemos o melhor dentro de casa.

A toda a família **Pernambuco**, por serem sempre grandes incentivadores, vibrando a cada nova conquista. Sinto todo o amor que emana de vocês, e saibam que ele é recíproco.

Aos meus amigos de vida – **Lukas Guimarães, Halison Winicius, Raphael Oliveira, Ademar Carvalho, Gabriel Oliveira e Victor Silva** – pelos mais de 10 anos de amizades e por todos os momentos de descontração.

Aos amigos que a Geografia me deu – **Yan Borges, Ícaro Batista, Gabriele Santana e Fernando Monteiro e Bruno Sarkis** – por serem inspirações profissionais e por todo o apoio ao longo da graduação e do mestrado.

Ao **Dr. Deivison Carvalho Molinari**, por todo o suporte oferecido durante a graduação e o mestrado, pelas conversas e incentivos ao longo dos anos, pelo auxílio nas coletas e por me inserir na pesquisa. Sua ajuda foi imprescindível até aqui.

Ao **Dr. Antonio Fábio Sabbá Guimarães Vieira**, por toda a dedicação e orientação ao longo desses anos, pelas conversas e conselhos sempre voltados para o meu crescimento e o desenvolvimento deste trabalho.

À **Me. Suzane Oliveira Alencar Leão**, pelo companheirismo, carinho e incentivo na reta final desta dissertação.

Agradeço a **FAPEAM** - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas, pela concessão da bolsa de pesquisa, que possibilitou a realização deste trabalho.

E, finalmente, a todos aqueles que torceram por mim ao longo desses anos, que contribuíram com palavras de incentivo e carinho, aos meus alunos e colegas de profissão, deixo o meu mais sincero agradecimento. Muito obrigado!

RESUMO

A problemática das voçorocas tem sido amplamente debatida no meio acadêmico e por órgãos técnicos, contudo, um fator de grande relevância – os resíduos sólidos – nem sempre recebe a devida atenção nos estudos. Partindo dessa premissa, a pesquisa focou na bacia hidrográfica Colônia Antônio Aleixo, que apresenta o maior número de voçorocas em Manaus. Foram selecionadas três áreas de estudo situadas no bairro Gilberto Mestrinho e no bairro Jorge Teixeira, ambos na zona leste da cidade. O objetivo principal foi analisar as voçorocas do curso superior da bacia enquanto áreas de destinação final de resíduos sólidos, correlacionando a morfometria e as feições de retrabalhamento dessas estruturas com seu uso como locais de despejo de resíduos. Além disso, buscou-se caracterizar os tipos de resíduos descartados e avaliar as políticas públicas relacionadas ao gerenciamento desses materiais. Os resultados indicaram que as voçorocas que acumulam grandes quantidades de resíduos sólidos encontram-se em estágios avançados de expansão, demonstrando que o descarte inadequado contribui significativamente para a progressão dessas feições erosivas. A análise dos resíduos revelou uma composição diversificada, diretamente associada ao uso do solo nas áreas circundantes, sendo identificados: Plástico (36%), Metal (1%), Madeira (10%), Cerâmica (5%), Vidro (1%), Papel/Papelão (13%), Outros (17%), Orgânico (7%), Borracha (5%) e resíduos de Construção Civil (5%). A pesquisa evidencia ainda que a destinação inadequada dos resíduos sólidos em áreas de voçorocas é um reflexo da seletividade do poder público na oferta de saneamento básico e infraestrutura urbana. Enquanto certas regiões da cidade recebem investimentos em sistemas eficientes de coleta e tratamento de resíduos, bairros periféricos como Jorge Teixeira e Gilberto Mestrinho enfrentam a precariedade dos serviços públicos, o que leva os moradores a descartarem seus resíduos em locais impróprios. Essa ausência de políticas efetivas não apenas agrava o avanço das voçorocas, mas também reforça a desigualdade socioespacial, perpetuando um ciclo de degradação ambiental e marginalização das populações mais vulneráveis.

Palavras-chave: Voçorocas; Resíduos sólidos; Bacias hidrográficas.

ABSTRACT

The problem of gullies has been widely debated in academia and by technical bodies, however, a highly relevant factor – solid waste – does not always receive due attention in studies. Based on this premise, the research focused on the Colônia Antônio Aleixo river basin, known for housing the largest number of gullies in Manaus. Three study areas were selected, located in the Gilberto Mestrinho neighborhood and the Jorge Teixeira neighborhood, both in the east zone of the city. The main objective was to analyze the gullies in the upper reaches of the basin as areas for the final disposal of solid waste, correlating the morphometry and reworking features of these structures with their use as waste dumping sites. In addition, we sought to characterize the types of waste discarded and evaluate public policies related to the management of these materials. The results indicated that the gullies that accumulate large quantities of solid waste are in advanced stages of expansion, demonstrating that inadequate disposal contributes significantly to the progression of these erosion features. The analysis of the waste revealed a diverse composition, directly associated with land use in the surrounding areas, with the following identified: Plastic (36%), Metal (1%), Wood (10%), Ceramic (5%), Glass (1%), Paper/Cardboard (13%), Others (17%), Organic (7%), Rubber (5%) and Construction Waste (5%).

The research also shows that the inadequate disposal of solid waste in gully areas is a reflection of the selectivity of the public authorities in providing basic sanitation and urban infrastructure. While certain regions of the city receive investments in efficient waste collection and treatment systems, peripheral neighborhoods such as Jorge Teixeira and Gilberto Mestrinho face precarious public services, which leads residents to dispose of their waste in inappropriate places. This lack of effective policies not only worsens the spread of gullies, but also reinforces socio-spatial inequality, perpetuating a cycle of environmental degradation and marginalization of the most vulnerable populations.

Keywords: Gullies; Solid Waste; Hydrographic Basin.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Localização da Bacia hidrográfica Colônia Antônio Aleixo.....	31
Figura02 - Hipsometria da BCHCAA.....	35
Figura 03 - Rendimento Mensal dos domicílios da BHCAA.....	38
Figura 04 - Tipos de voçorocas.....	42
Figura 05 - Formas de voçorocas.....	43
Figura 06 - (A) interface do aplicativo PIX4D; (B) interface de opção de missão; (C) interface a partir da escolha de local a ser mapeada; (D) Drone em missão, acompanhamento de voo por aplicativo.....	45
Figura 07 - Metodologia utilizada para tratamento dos resíduos.....	46
Figura 08 - coleta (a), desagregação (b), mistura (c), quarteamento (d), pesagem (e).....	46
Figura 09 - Mapas das rotas dos coletores disponibilizados pela concessionária.....	48
Figura 10 - Localização das voçorocas estudadas.....	49
Figura 11 - Voçoroca 01, Rua Cobra D' Água, Jorge Teixeira.....	50
Figura 12 - (A) Área da voçoroca no ano de 1985, (B) área da voçoroca no ano de 2005.....	51
Figura 13 - MDE Voçoroca Cobra D' Água (circunscrito de vermelho).....	52
Figura 14 - Residências próximas a Voçoroca, seta vermelha (a); Presença de resíduos na Voçoroca (b).....	53
Figura 15 - Voçoroca 02 – Rua Autazes.....	54
Figura 16 - Linha do tempo de surgimento da voçoroca.....	55
Figura 17 - Tubulações de esgoto doméstico.....	56
Figura 18 - Feições erosivas.....	56
Figura 19 - Voçoroca Rua J, Bairro Jorge Teixeira.....	57
Figura 20 - MDE da voçoroca Rua J.....	58
Figura 21 - Drenagem da rua desviada para a voçoroca.....	59
Figura 22 - Plástico recolhido na coleta.....	69
Figura 23 - Amostras sem classificação classificados como outros.....	70
Figura 24 - Amostras de Papel coletada.....	71
Figura 25 – Material Orgânico.....	73
Figura 26 – Alumínio coletado.....	75
Figura 27 – Madeira coletada.....	75
Figura 28 – Borracha coletada.....	78
Figura 29 – Resíduos da Construção Civil.....	79

Figura 30 – Domicílios particulares permanentes que utilizam água de poço.....	82
Figura 31 – Abastecimento Geral de Água.....	83
Figura 32 – Outras formas de abastecimento de água.....	84
Figura 33 – Esgotamento sanitário realizado por meio da rede geral de esgoto.....	85
Figura 34 – Esgotamento sanitário via fossas sépticas.....	86
Figura 35 – Fossas rudimentares.....	87
Figura 36 – Esgotamento sanitário via vala dentro.....	88
Figura 37 – Esgoto diretamente nos rios.....	89
Figura 38 – Esgotamento sanitário realizado por meio de outros tipos de escoadouros.....	90
Figura 39 – Resíduos coletados diretamente por serviço de limpeza pública ou privada.....	91
Figura 40 – Resíduos coletado em caçamba.....	92
Figura 41 – Domicílios particulares permanentes que realizam a queima dos resíduos.....	93
Figura 42 – Resíduos enterrado na propriedade.....	94
Figura 43 – Domicílios que descartam resíduos diretamente em corpos d'água, como rios, lagos ou mares...95	95
Figura 44 – Domicílios que jogam lixo em terrenos baldios.....	95
Figura 45 – Rota dos coletores (setas azuis) na área da voçoroca Autazes (Ponto vermelho).....	96
Figura 46 – Rota dos coletores (setas azuis e verdes) na área da voçoroca Rua J e Cobra D'Água (Pontos vermelho e amarelo).....	97
Figura 47 – Disposição da coleta de resíduos na voçoroca da Rua Autazes.....)	99
Figura 48 – Espacialização da coleta no Jorge Teixeira – Cobra D' Água e Rua J.....	100

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01: Resíduos Sólidos coletados na voçoroca 01 – Cobra D’ Água.....	63
Gráfico 02 - Resíduos Sólidos coletados na voçoroca 02 – Rua Autazes.....	64
Gráfico 03 Análise gravimétrica da voçoroca 03 – Rua J.....-	65

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Gênese dos Bairros da BHCAA.....	37
Quadro 02 - Localização das Voçorocas selecionadas.....	41
Quadro 03 - Escala de risco.....	41
Quadro 04 - Classificação das Voçorocas por tamanho (m ³).....	43
Quadro 05 - Quantidade de Resíduos sólidos coletados e analisados.....	47
Quadro 06 - Pontos de Coletas de material nas voçorocas.....	47
Quadro 07 - . Modalidades contratuais de Coleta executadas pelas Concessionárias.....	61
Quadro 08 - Tipos de Resíduos.....	65
Quadro 09 - Tipos de Resíduos por Voçoroca.....	66
Quadro 10 - Resíduos da cidade Manaus, zona Leste e áreas de voçorocas.....	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Características Morfológicas da Voçoroca Cobra d' Água.....	51
Tabela 02 - Características Morfológicas da Voçoroca Rua J.....	54
Tabela 03 - Características Morfológicas da Voçoroca Rua J.....	57
Tabela 04 - Indicadores de resíduos sólidos coletados em Manaus em 2021.....	62

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	15
CAPÍTULO 01 - FUDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
1.1. O Saneamento Básico no Brasil: uma breve história	19
1.2. O saneamento básico no Brasil contemporâneo	20
1.2.1. Resíduos Sólidos: Uma vertente do Saneamento Básico.	21
1.3. Resíduos Sólidos no Brasil.	23
1.3.1 Resíduos Sólidos no Estado do Amazonas.	24
1.3.2 Resíduos Sólidos da Cidade de Manaus	25
1.4. Análise Gravimétrica.	27
1.5 Voçorocas	28
1.5.1. Feições de Retrabalhamento	29
CAPÍTULO 02 – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	31
2.1. Localização.....	31
2.2. Geologia	32
2.3. Geomorfologia.....	32
2.4. Clima.	33
2.5. Hidrografia	34
2.6 Solo.....	35
2.7. Vegetação	36
2.8. Aspectos Socioeconômicos	36
CAPÍTULO 03 – METODOLOGIA.....	40
3.1 caracterizar a morfometria das voçorocas	40
3.1.1 Mapear as voçorocas da área de estudo.....	40
3.1.2 Caracterização das Voçorocas.....	41
3.1.3 Plano de Voo.	44

3.3 Caracterizar os tipos de resíduos sólidos despejados nas incisões	45
3.4 Avaliar as condições do saneamento básico nas áreas de voçorocas, com ênfase na eficiência da coleta de resíduos sólidos.....	48
CAPÍTULO 04 – RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	49
4.1 caracterizar a morfometria das voçorocas	49
4.1.1 Voçoroca 01 (Cobra D' Água).	50
4.1.2 Voçoroca 02 (Rua Autazes).....	53
4.1.3 Voçoroca 03 (Rua J).	57
4.2 Descrever os tipos de resíduos sólidos despejados nas incisões	60
4.2.1 Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Cidade de Manaus.....	60
4.2.2 Voçoroca 01 – Cobra D' Água.....	63
4.2.3 Voçoroca 02 – Rua Autazes.	64
4.2.4 Voçoroca 03 - Rua J.	64
4.2.4. Análise Comparativa dos Resíduos Sólidos Urbanos em Manaus, na Zona Leste e em Áreas de Voçorocas.	66
4.2.5 Plástico	68
4.2.5 Outros	69
4.2.6 Papel	70
4.2.7 Orgânico	72
4.2.7 Metal.....	73
4.2.8 Madeira.....	75
4.2.10 Vidro.....	76
4.2.11 Borracha.	77
4.2.12 Resíduos da Construção Civil	78
4.3 Analisar as condições do saneamento básico nas áreas de voçorocas, com ênfase na eficiência da coleta de resíduos sólidos.....	81
4.3.1 Saneamento Básico.....	81
4.3.2. Abastecimento de água.....	81

4.3.3. Esgotamento Sanitário.....	85
4.3.4. Coleta dos resíduos.....	90
4.3.4. As Voçorocas Enquanto Lixeiras.	100
CONCLUSÃO.....	103
REFERÊNCIAS	104
APÊNDICE A – Ofício recebido pela concessionária Marquise ambiental.....	113

INTRODUÇÃO

O ambiente é uma construção integrada entre a natureza e a sociedade, formando um sistema resultante da interação de fatores naturais e antrópicos. Essas interações se desenrolam ao longo do tempo e no espaço geográfico (Suertegaray, 1999; Passos, 2009). Esse sistema se mantém em um equilíbrio frágil, no qual o aumento das atividades humanas gera desequilíbrios nos fatores naturais. Como consequência, a vulnerabilidade ambiental aumenta, originando áreas de risco e impactando o ambiente. Dentre os impactos, as voçorocas se destacam por sua visibilidade. Em Manaus, estudos de Vieira (1998; 2008) apontaram a presença de voçorocas espalhadas pela cidade, especialmente na zona leste, onde, em 2008, foram registradas 58 incisões.

A formação do espaço urbano em Manaus, a partir da década de 1970, foi marcada por um processo de urbanização rápida, intensa e urbanisticamente desordenada, o que resultou no desequilíbrio do meio físico e no aumento das erosões (Vieira, 2008; Frota Filho, 2016). Guy (1976) e Guerra (2014) destacam que, durante a expansão urbana, o impacto ambiental gerado pela produção de sedimentos, originados das encostas e direcionados aos canais de drenagem, é mais significativo do que em cidades já consolidadas.

A falta de planejamento tanto por parte do governo quanto da população tem levado ao uso inadequado das voçorocas, frequentemente utilizadas para o descarte de resíduos sólidos domésticos e entulho de obras. Esse descarte contribui para a deterioração das voçorocas, desestabilizando suas paredes e ampliando suas dimensões. Além dos danos ao solo, que sofre alterações em sua composição física e química, pode ocorrer a contaminação de cursos d'água e lençóis freáticos, gerando riscos à saúde pública. Doenças como cólera, leptospirose e disenteria bacteriana, relacionadas à falta de saneamento básico, podem se espalhar, assim como focos de insetos transmissores de doenças como dengue e malária (Vieira, 2008).

A presença de resíduos acompanha a humanidade desde seus primórdios. Com eventos históricos, como as grandes revoluções e a consolidação de uma sociedade consumista, houve um aumento significativo na produção de resíduos, atingindo níveis alarmantes mundialmente (Andrade, 2014), para o mesmo autor, a Revolução Industrial, iniciada na Inglaterra em 1760, trouxe mudanças fundamentais, como a substituição da energia física por mecânica e o uso intensivo de máquinas a vapor, além da transição de uma produção artesanal para uma produção em larga escala. Esses eventos constituíram a base do sistema capitalista, ainda dependente da exploração de recursos naturais, o que resulta no esgotamento desses recursos e afeta globalmente o planeta.

O tema das voçorocas tem sido amplamente abordado nas universidades, com diversos estudos realizados anualmente. Pereira e Ribas (2014), ao estudarem a cidade de Franca (SP), destacam o uso inadequado das voçorocas como locais de disposição final de resíduos sólidos, agravado pela ausência de políticas públicas eficazes. Em Manaus, estudos de Vieira (1998, 2008) indicaram que, entre 2006 e 2008, o número de voçorocas ativas caiu de 115 para 91, com 58 delas localizadas na zona leste da cidade. Em 2006, 28 dessas voçorocas já continham resíduos sólidos. Frota Filho (2016), ao analisar a Bacia Hidrográfica do Colônia Antônio Aleixo, chamou a atenção para os depósitos tecnogênicos, subprodutos das fases de tecnificação da sociedade, classificados em quatro grupos com base em sua composição, conforme a classificação de Peloggia (1998), citado por Nunes e Silva (2011).

Esses estudos revelam que a presença de resíduos sólidos nas voçorocas é recorrente, mas o tema é raramente tratado de forma central nas pesquisas, sendo frequentemente abordado de maneira secundária. Dada a escassez de investigações específicas sobre este tema, há uma necessidade urgente de estudos mais detalhados sobre o descarte de resíduos nessas áreas. A ABNT-NBR 10.007/2004 define a caracterização gravimétrica como a "determinação dos constituintes e suas respectivas percentagens em peso e volume em uma amostra de resíduos sólidos, podendo ser físicos, químicos e biológicos". Apesar de incipientes, estudos gravimétricos indicam que 58,69% dos resíduos sólidos de Manaus eram compostos por materiais orgânicos, com uma distribuição quantitativa composta por: papel (18,94%), plástico (8,62%), metal (4,31%), madeira (2,93%), pano e estopa (2,56%), vidro (2,18%), pedra (1,24%) e couro e borracha (0,53%) (Andrade e Schalch, 1997). Essa composição heterogênea reforça a importância de compreender as características físicas dos resíduos para assegurar seu tratamento e destinação adequados (Menezes et al., 2019).

Em bacia hidrográficas em sítio urbanos, os processos erosivos se intensificam devido à redução da capacidade natural de infiltração das águas. O escoamento superficial se torna predominante em detrimento da infiltração (Botelho, 2011). Práticas de engenharia, como canalização, pavimentação, retificação de rios e remoção de vegetação, contribuem para reduzir a infiltração e aumentar o escoamento superficial. A Bacia Hidrográfica do Colônia Antônio Aleixo foi escolhida para estudo devido à alta concentração de voçorocas (26) (Frota Filho, 2016). O relevo dessa área, distinto de outras partes da cidade, combinado com o padrão de ocupação urbana, cria um ambiente propício ao desenvolvimento das voçorocas (Vieira, 2008). A zona leste de Manaus apresenta uma geomorfologia distinta, com platôs que se encontram em encostas curtas e de grande declividade, predominantemente convexas (Vieira, 2008). O uso do solo nessa região se divide em três segmentos principais: residencial, comercial

e industrial. Essa configuração é fundamental para entender o fenômeno das voçorocas e como elas são utilizadas tanto pela população quanto pelo poder público, uma vez que resíduos sólidos são frequentemente encontrados em seu interior, conforme estudos de Vieira (2008); Frota Filho (2016; 2021) e Molinari (2023).

O presente trabalho busca responder alguns questionamentos prévios, entender a utilização das voçorocas enquanto lixeiras, quais os impactos das voçorocas no seu entorno, a motivação para depósito dos resíduos, o material mais depositado e como o poder público e a sociedade atua frente a essa problemática. Com isso o trabalho tem como objetivo, avaliar o uso das voçorocas como destino de resíduos sólidos e seus impactos ambientais, montante da bacia Colônia Antônio Aleixo, caracterizar a morfometria das voçorocas, caracterizar os tipos de resíduos despejados nessas voçorocas e analisar as condições do saneamento básico nas áreas de voçorocas, com ênfase na eficiência da coleta de resíduos sólidos.

CAPÍTULO 01 - FUDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A geomorfologia é a ciência que estuda as formas de relevo, que representam a expressão espacial da superfície, e formam diferentes configurações da paisagem geomorfológica (Christofoletti, 1980). O relevo é produto da interação que ocorre entre as forças endógenas, relacionados aos aspectos tectogênicos, e forças exógenas, na qual os mecanismos morfodinâmicos exercem a função de modelar a superfície terrestre, e resultando nas formas atuais na paisagem (Cassetti, 1991).

Segundo Christofoletti (1980), fazendo uso da visão sistêmica, para compreender as formas de relevo e seus processos, é necessário observar os seguintes sistemas antecedentes: climático, biogeográfico, geológico e antrópico. Conforme destaca que o:

sistema climático que, através do calor, da umidade e dos movimentos atmosféricos, sustenta e mantém o dinamismo dos processos. [...] sistema biogeográfico que, representado pela cobertura vegetal e pela vida animal que lhe são inerentes, e de acordo com suas características, atua como fator de diferenciação na modalidade e intensidade dos processos, assim como fornecendo e retirando matéria. [...] sistema geológico que, através da disposição e variação litológica, é o principal fornecedor do material, constituindo o fator passivo sobre o qual atuam os processos. [...] sistema antrópico, representado pela ação humana, é o fator responsável por mudanças na distribuição da matéria e energia dentro dos sistemas, e modifica o equilíbrio dos mesmos. Consciente ou inadvertidamente, o homem produz modificações sensíveis nos processos e nas formas, através de influências destruidoras ou controladoras sobre os sistemas em sequências (Christofoletti, 1980, p. 10-11).

As formas que compõem a paisagem, embora possam aparentar ser estáticas, são, na verdade, dinâmicas, resultantes da interação de diversos sistemas (Ross, 1996). O desenvolvimento do conhecimento geomorfológico no Brasil é relativamente recente, as primeiras observações datam do século XIX, porém as contribuições mais significativas e consolidadas surgiram no século XX, conforme explana Ab'Sáber (1958, 1964) apud Christofoletti (1980, p. 20), o progresso histórico da geomorfologia no Brasil pode ser dividido em três períodos principais: o período dos predecessores (1817-1910), o período dos estudos pioneiros (1910-1940) e o período de implantação de técnicas modernas (1940-1949).

A partir da década de 1950, o conhecimento geomorfológico no país cresceu exponencialmente, impulsionado, em parte, pelo XVIII Congresso Internacional de Geografia, realizado em 1956. Esse evento estimulou o interesse de diversos pesquisadores em áreas mais específicas da geomorfologia, dando início à fase "contemporânea" da disciplina no Brasil. Nesse mesmo ano, foram produzidos nove guias de excursões com estudos geomorfológicos abrangendo várias regiões do país, ademais, a expansão dos cursos de Geografia e Geologia,

ocorrida na década de 1950, contribuiu para a ampla difusão desse conhecimento (Christofoletti, 1980).

Esse período também foi marcado pelo surgimento de importantes pesquisadores no cenário brasileiro, como Aziz N. Ab'Sáber, Fernando F. M. de Almeida, João Dias Silveira, João José Bigarella e Margarida M. Penteadó, que se dedicaram a estudos sobre a caracterização geomorfológica de diversas regiões, modelos e cenários do Quaternário. Antônio Teixeira Guerra também se destacou nas análises das formas de relevo. Nos 25 anos seguintes, houve um avanço significativo nas pesquisas geomorfológicas, com o uso de novas técnicas e métodos de investigação, ademais, essas novas abordagens abriram caminhos para explorar diferentes questões e permitiram a aplicação de novas interpretações baseadas em teorias geomorfológicas mais modernas (Christofoletti, 1980).

1.1.O Saneamento Básico No Brasil: Uma Breve História

A ideia embrionária de saneamento básico remonta aos anos de 312 a.C, quando no Império Romano eram realizadas obras para cuidar do saneamento, sendo elas: banheiros públicos, aquedutos e reservatórios de água (Barros, 2017). Já no contexto da revolução industrial do século XVIII, as cidades europeias (Inglaterra, França, Bélgica e Alemanha) padeciam das péssimas condições de higiene, detritos com lixos e fezes eram acumulados em recipientes e transferidos para reservatórios públicos de maneira mensal, quando não atirado nas ruas. O saneamento não conseguia dar conta de toda expansão industrial e urbana vivida por essas cidades, o fato fica evidenciado pela quantidade de epidemias ligadas a falta de higiene que ocorrem neste período, destaque para Peste Negra, transmitida pela pulga do rato. Somente no século XIX, na França, são implantadas medidas públicas de cuidados com os resíduos sólidos, arejamento de ruas e outras ações (Barros, 2017).

No contexto brasileiro, o marco inicial do saneamento básico é estabelecido a partir de 1808, com a vinda da família real, onde foram estabelecidas as primeiras medidas públicas, como: implantação de redes de escoamento de águas, e a proibição de navegação transportando pessoas doentes. Ademais, somente no ano de 1969 é aprovado o Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), extinto em 1992. A atual constituição brasileira, inaugura uma série de direitos e institui a competência dos municípios em gerir os serviços ligados ao saneamento básico, por meio de concessão ou permissão (Nunes, 2015). Já no ano de 2001, foi elaborado o Projeto Lei nº 147/2001, que tinha como objetivo principal instituir um marco regulatório do saneamento no Brasil, contudo, só foi concebido no ano de 2007, com a edição da Lei nº11.445/2007, vigente até os dias presentes (Nunes, 2015). Em 2020, ocorreu uma nova

atualização no saneamento básico brasileiro, a lei 14.026/2020, aprimora as condições estruturais do saneamento básico do país, alterando legislações esparsas que tratavam do tema (Santana; Lopes, 2022).

1.2. O Saneamento Básico No Brasil Contemporâneo.

O saneamento básico tem como objetivo primário promover a saúde da humanidade, tendo em vista que o campo de doenças que são promovidas em decorrência da ausência desses serviços. A destinação inadequada dos resíduos, água ofertada em má qualidade são características decorrentes da falta de saneamento. Logo doenças como: febre tifoide, cólera, parasitoides, leptospirose são bastantes comuns dentro de um ambiente onde o saneamento não é ofertado de maneira eficaz, podemos destacar a propagação de doenças como sendo um dos pontos mais críticos da ausência do saneamento, principalmente dentro de um cenário pandêmico atual (Santana; Lopes, 2022). Através da Lei nº 11.445/2007, buscou-se a universalização dos serviços de saneamento básico no Brasil, assim podemos conceituar o Saneamento Básico como sendo a soma de serviços e instalações que compreendem esgoto, limpeza das cidades e o manejo de resíduos sólidos, abastecimento, drenagem e o manejo das águas das chuvas (Brasil, 2007).

Segundo dados do Instituto Trata Brasil, no ano de 2021, o Brasil investiu 17,3 bilhões em saneamento básico, investimento esse que aumentou em 25,7% em relação aos R\$13,8 bilhões de 2020. Os investimentos feitos no saneamento básico promovem um impacto econômico nos gastos ligados à saúde, no ano de 2014 a Organização Mundial da Saúde (OMS) afirmou que a cada dólar investido em saneamento, se economiza 4,3 dólares investidos em saúde global (Santana; Lopes, 2022).

O dado mostra o quão vinculado está a saúde e o saneamento, e a importância de se investir nesse campo. Dados atuais do Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS) mostram que quase 100 milhões de brasileiros (44,2%) não possuem acesso à coleta de esgoto, 84,2% dos brasileiros têm acesso à água tratada, e que, 89,9% dos brasileiros recebem a coleta domiciliar dos resíduos sólidos. Já os dados do DATASUS, do ano de 2019, mostram que o Brasil teve 273 mil internações por doenças de veiculação hídrica (Brasil, 2019; 2023). O saneamento básico brasileiro é alvo de preocupação por parte da população e de entidades políticas. Dentro do campo legislativo é direito garantido de todos, previsto na constituição brasileira como dever da União em compor diretrizes, e atuar junto com Estados, Municípios e o Distrito Federal provendo melhorias no saneamento. Atualmente, fica sob a competência do poder municipal a prestação de tais serviços conforme prevê o texto constitucional em seus

artigos. 21 XX, 23, IX e 30 V (Brasil, 1988). Ademais, é importante considerar a lei 10.257, de 2001, também conhecida como Estatuto da Cidade, onde em seu artigo 2º, inciso 1, assegura a preservação a incolumidade físico-psíquica (saúde) do cidadão, associado ao local onde vivem, local esse que o poder público municipal tem por incumbência garantir condições urbanas adequadas de saúde pública (Fiorillo, 2009).

1.2.1. Resíduos Sólidos: Uma vertente do Saneamento Básico.

É possível que a produção de resíduos esteja registrada em toda nossa história, a partir do momento que o homem domina as técnicas e altera a natureza, temos a geração de resíduos. Entretanto adotamos como marco inicial a revolução industrial, iniciada no século XVIII, na Inglaterra, a partir desse momento temos avanços nos modos de produção e mudanças no âmbito social, o surgimento de duas classes fundamentais em tal sociedade: a burguesa, que detinha os meios de produção, e o proletariado industrial, proprietários apenas de sua força de trabalho (Mello; Costa, 1999; Andrade, 2014).

A partir desse momento as cidades passaram a oferecer diversas melhorias no modo de vida, se comparado ao campo. O processo de migração do campo para a cidade intensificou o crescimento da população urbana, resultando assim no desenvolvimento de grandes centros urbanos e gerando um grande desequilíbrio ambiental, como se vê pelas ocorrências marcantes de poluição, por exemplo, nas explosões do pó de carvão produzido nas atividades de mineração em Courrières, na França (Andrade, 2014).

O mundo contemporâneo enfrenta diversos problemas, onde as origens são as mais diversas possíveis, a partir dos anos de 1970, os problemas ligados ao meio ambiente ganharam cada vez mais destaque no cenário global, destaque para primeira conferência climática realizada pela Organização das Nações Unidas (ONU), em 1972, na cidade de Estocolmo. A partir desse momento, emerge no mundo uma preocupação com a exploração de recursos naturais até que em 1987, soma-se a preocupação a ausência de recursos para futuras gerações, com o conceito de desenvolvimento sustentável. É evidente que se vive em uma época marcada por uma intensa exploração dos recursos naturais, o avanço do modelo capitalista pós segunda guerra mundial contribuiu e muito para isso, uma vez que sua sobrevivência está pautada no lucro e na exploração de recursos. A produção de resíduos é evidência de vários aspectos do momento em que vivemos, nunca se produziu tantos resíduos no mundo como no cenário atual. Andrade (2014) chama atenção para a “cultura do lixo” que está instalada em nosso mundo, onde o modelo econômico, a busca sem limites pela intensificação do lucro e pela procura

incessante de toda ordem do que é considerado bens tem contribuído para o aumento de resíduos em todo o mundo.

O termo “lixo”, está completamente difundido dentro do senso comum da sociedade. Atualmente, pelo valor econômico que lhe é atribuído, o termo passou a ser visto sob dois conceitos: resíduo e rejeito. Por lixo, se entende, segundo os dicionaristas:

LIXO s.m. 1. Qualquer objeto sem valor ou utilidade, ou detrito oriundo de trabalhos domésticos, industriais etc. que se joga fora (HOUAISS e VILLAR, 2001, p.1774).

LIXO s.m. 1. Aquilo que se varre da casa, do jardim, da rua, e se joga fora; entulho. 2.P. ext. Tudo o que não presta e se joga fora. 3. Sujidade, sujeira, imundície. 4. Coisa ou coisas inúteis, velhas, sem valor. 5. Rest. Resíduos que resultam de atividades domésticas, industriais, comerciais etc. (FERREIRA, 1999, p. 1228).

Segundo Andrade (2014) o lixo pode ser conceituado como “o resultado de toda e qualquer atividade natural, humana ou animal sendo considerado indesejável e/ou imprestável no ambiente”. O conceito de *resíduos e rejeito* está atrelado a uma base legal no direito brasileiro por meio da Lei n.º 12.305 promulgada no ano de 2010, na qual a mesma vai dizer que resíduo é:

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 (Brasil, 2010, p. 2).

Enquanto rejeito é:

Resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada (Brasil, 2010, p. 2).

Diante das conceituações acima pode-se concluir que são termos que se diferenciam, embora o conceito de lixo e rejeito se aproximam em alguns casos acabam por torna-se sinônimos.

Já a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT 10004 no item três tem definido os resíduos sólidos e semissólidos:

[...] que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta

definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamento e 1. Instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornam inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água que exijam para isso soluções técnicas economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (ABNT, 2004, p.2).

A NBR 10004 classifica os resíduos sólidos conforme os riscos potenciais ao meio ambiente: Os resíduos são classificados em três classes: resíduos classe I perigosos, resíduos classe II não inertes ou banais e resíduos classe III inertes (ABNT, 2004).

1.3 Resíduos Sólidos No Brasil.

No Brasil, a problemática dos resíduos sólidos ganhou força a partir de 2010, ano que foi instituída pela lei N° 12.305/2010 a Política Nacional de Resíduos Sólidos no país (PNRS) a lei está ligada a Política Nacional do Meio Ambiente, a qual trouxe em seu corpo, pressupostos, instrumentos e obrigações, com o objetivo do encerramento dos lixões até o ano de 2014. No ano de 2020 devido a atualizações na legislação brasileira, foi sancionado o Novo Marco legal do Saneamento Básico, por meio da lei N° 14.026 do dia 15 de julho de 2020, que além de abrir portas para entrada para o capital privado dentro do saneamento básico brasileiro também altera a data de encerramento dos lixões. O texto apontava, que as capitais e regiões metropolitanas deveriam acabar com a prática até agosto de 2021, cidades com mais 100 mil habitantes em agosto de 2022, cidades entre 50 e 100 mil habitantes têm até agosto de 2023 e por fim as cidades com menos de 50 mil habitantes têm até agosto de 2024 (BRASIL, 2010, 2020).

A Política Nacional de resíduos sólidos (PNRS), além de conceitos supracitados, classifica os resíduos sólidos conforme a sua origem, os resíduos são classificados em: 1) resíduos domiciliares; 2) resíduos de limpeza urbana; 3) resíduos sólidos urbanos; 4) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços; 5) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico; 6) resíduos industriais; 7) resíduos de serviços de saúde; 8) resíduos da construção civil; 9) resíduos agrossilvopastoris; 10) resíduos de serviços de transportes; 11) resíduos de mineração (Brasil, 2010).

A importância dos resíduos como objeto de estudo da geografia pode ser constatada pelos dados do Panorama, da Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE). No ano de 2021, o Brasil gerou 82,5 milhões de toneladas/ano de resíduos sólidos, com um aumento de 4% em relação ao ano anterior (ABRELPE, 2021). A destinação adequada desse material em aterros sanitários foi dada a 59,5% dos resíduos sólidos urbanos coletados: 43,3 milhões de toneladas, os demais 40,5 % dos resíduos coletados foram

despejados em locais de inadequados por 3.001 municípios, totalizando 29,5 milhões de toneladas que foram parar em lixões ou aterros controlados, destinos esses, que não contam com um sistema e medidas necessários para proteção da saúde da população e do meio ambiente. A região norte coleta diariamente 13.069 toneladas de resíduos sólidos urbanos, representando 6,6% com relação ao Brasil, além de uma produção média de 0,719 kg/habitante/dia. A disposição final adequada, ou seja, aquela que tem como fim os aterros sanitários são realizados por 93 municípios, os aterros controlados estão presente em 110 municípios, enquanto o pior cenário, que seria, a disposição em lixões a céu aberto encontra-se presente em 247 municípios (ABRELPE, 2021).

1.3.1 Resíduos Sólidos no Estado do Amazonas.

O estado do Amazonas possui uma área de 1.570.745 km² - o maior estado brasileiro – sendo composto por 62 municípios tendo como capital a cidade de Manaus. Estima-se que o estado produza 5,4 toneladas por dia de resíduos sólidos (Amaral, 2013). no estado do Amazonas apenas 13,75% dos seus esgotos são coletados, e 23,20% recebem algum tipo de tratamento, enquanto 59,25% de toda sua água potável é desperdiçada (Brasil, 2021). Segundo os dados do Tribunal de Conta do Estado (TCE-AM, 2018) o Amazonas possui apenas 1 (um) aterro sanitário – Manaus – e 61 (sessenta e um) lixões a céu aberto nos demais municípios.

O estado é cortado pela maior bacia hidrográfica do mundo (Bacia do rio Amazonas), logo temos a presença de vários municípios às margens de rios e lagos, fato esse que dificulta a instalação de aterros sanitários nos municípios bem como o gerenciamento dos resíduos como um todo. Após o advento da lei n°12.305/2010, a Secretaria do estado do meio ambiente de desenvolvimento sustentável - SDS e a Associação Amazonense de Municípios - AAM, lançaram em julho de 2011, um programa intitulado de PLAMSAN, com objetivo de apoiar a elaboração dos planos de saneamento básico e de gestão integrada dos resíduos sólidos dos municípios do estado, onde contou com a adesão de 59 dos 62 municípios, Manaus, Boca do Acre e Tapauá decidiram elaborar seus planos por conta própria (Ferreira *et al.* 2022). A secretaria de estado do meio ambiente - SEMA apresentou o plano de resíduos sólidos - PERS-AM, no ano de 2017, financiado pelo ministério do meio ambiente - MMA que também foi responsável pelo financiamento do plano de coleta seletiva dos municípios da Região Metropolitana de Manaus (Ferreira *et al.* 2022). A gestão de resíduos sólidos, em especial a etapa da destinação final, envolve diversas variáveis, dentre essas, destaca-se a falta de planejamento financeiro, estratégico e operacional das prefeituras para manter o controle de coleta e disposição final dos resíduos dentro dos parâmetros legais. Ferreira et al. (2022)

destaque que, a ausência de planejamento acaba por desencadear uma série de fatores no qual podemos destacar a, destinação final a céu aberto (lixões), problemas de poluição social, de planejamento urbano, saúde pública e ambiental. A situação dos municípios do Amazonas é grave, não apenas pelas inadequações técnicas legais, mas, por causa da degradação social e os danos ambientais, que estão registrados na deterioração da paisagem, poluição do solo, do ar e dos mananciais hídricos. É evidente que os problemas ligados aos resíduos sólidos têm suas origens diretamente ligadas a ausência de programas complementares como, coleta seletiva, educação ambiental e ausência de política pública para o fortalecimento e profissionalização dos catadores.

Nesse contexto, Situba, (2017; 2022); Schor e Oliveira, (2011), destacam que, a Amazônia, apesar de ser conhecida pelas suas riquezas e especificidades naturais, suas cidades são lembradas pela falta de infraestrutura, ausência de saneamento básico e presença de lixo nos espaços e logradouros públicos. Os dados mostram que, na região, há municípios com baixa, média e grande geração de resíduos sólidos. Diante disso, é possível afirmar que nove municípios possuem coleta abaixo de 20 toneladas por dia. Os quatro municípios considerados acima dos demais são: Manaus, Itacoatiara, Manacapuru e Iranduba.

1.3.2 Resíduos Sólidos da Cidade de Manaus

O gerenciamento de resíduos sólidos na cidade de Manaus é um desafio que se prolonga a décadas. Andrade (2014) destaca que já no período que ficou conhecido como *Belle Époque* (1890-1920) a cidade já enfrentava problemas para gerenciar seus resíduos, o período é marcado por ausência de políticas voltadas à temática e fracassos de gerenciamentos. Como tentativa para resolver o problema dos resíduos sólidos, o governo, à época, inaugurou o incinerador municipal em 1896, com o objetivo de processar 60 toneladas por dia (t/dia) de resíduos de origem domiciliar, incinerador esse que, em 1958, foi desativado por não mais atender as necessidades locais e por problemas de manutenção (Andrade, 2014). Já na década de 1940, Caldas (1943) faz um breve registro sobre as condições urbanas da cidade de Manaus, no que se refere aos resíduos sólidos, 1943 apresentasse da seguinte forma:

Há em Manaus, várias ruas por onde não se pode passar sem ser atingido pelos "maus cheiros" causados em virtude da grande quantidade de matéria orgânica (ternária e quaternária) contida no lixo, a qual se decompõe em consequência da sua desintegração, constituindo o que se chama de incomodidade pública, inadmissível em uma capital civilizada! (Caldas, 1943, p.3).

Na década de 50, a cidade de Manaus contava com aproximadamente 25 funcionários que atuavam na coleta dos resíduos, ao lado de outros 40 funcionários que atuavam na limpeza regular, coletando cerca de 845 metros cúbicos, em 312 dias do ano (Braga, 2012). Assim a cidade (e o próprio Estado) seguiram com uma rotina equivocada, e, por vezes, ausente em relação aos resíduos sólidos (Andrade, 2014).

A segunda metade do século XX, trata-se de período de extrema importância para o desenvolvimento econômico do Amazonas e da cidade de Manaus, pondo um capítulo final na economia da borracha e dando início ao projeto Zona Franca de Manaus (ZFM). Projeto este criado pela Lei N° 3.173 de junho de 1957, alterado em 1967, por meio do decreto Lei N° 288, de fevereiro de 1967, estabelecendo incentivos fiscais e extrafiscais as indústrias. A ZFM deu origem ao Distrito Industrial (DI) de Manaus, berço do atual Polo Industrial de Manaus - PIM, onde no mesmo, em 1985, 450 indústrias dos mais diversos segmentos, geravam 50 mil empregos (Andrade, 2014). Andrade (2014), destaca a importância do projeto para o desenvolvimento da economia da cidade e a partir do mesmo pode-se notar um avanço no gerenciamento de resíduos sólidos na cidade de Manaus, é durante os anos 70 que pode-se notar um interesse pela instalação de uma coleta seletiva na cidade, e os seguintes são marcados por intervenções na esfera Municipal bem como a setorização e a roterização planejada na coleta manauara, a remuneração de empresas coletoras por tonelada de resíduos coletados e não mais pelo número de viagens realizadas no transporte dos mesmos, transformação do lixão municipal em um aterro controlado e o desenvolvimento de leis voltadas a temática dos resíduos sólidos (Andrade, 2014).

Andrade (1997), em estudo sobre análise gravimétrica na cidade de Manaus, analisou o quantitativo de 47.550 kg de resíduos sólidos do aterro sanitário de Manaus, no contexto da destinação final, o aterro sanitário de Manaus é o principal complexo de destino dos resíduos sólidos urbanos da cidade, o local conta com uma área estimada de 66 hectares, localizado no km 19 da rodovia AM-010, operado pelas Concessionárias Tumpex e Marquise Ambiental, recebe os resíduos coletados das modalidades: resíduos domiciliares, resíduos da remoção mecânica, da remoção manual, da coleta de poda e coleta seletiva e de Terceiros. Dentre as classes de resíduos destacados na ABNT 10004, não é permitida a entrada de resíduos perigosos (Classe I), bem como resíduos inertes de Classe II B (Manaus, 2021). A análise gravimétrica desempenha um papel crucial no gerenciamento de resíduos sólidos, sendo uma ferramenta essencial para a caracterização e quantificação desses materiais. Por meio dessa técnica, é possível determinar a composição e a quantidade de diferentes componentes presentes nos resíduos, como metais pesados, plásticos, orgânicos e inorgânicos. Essa informação é

fundamental para a tomada de decisões em relação ao tratamento e à disposição final dos resíduos.

1.4 – ANÁLISE GRAVIMÉTRICA.

A análise gravimétrica é uma técnica analítica fundamental na química, utilizada para determinar a quantidade de um determinado composto em uma amostra através da medição de massa. Essa metodologia é valorizada por sua alta precisão e confiabilidade, sendo especialmente útil em laboratórios de controle de qualidade, pesquisa e desenvolvimento (Silva, 2020). Para o mesmo autor, a importância da análise gravimétrica reside em sua capacidade de fornecer resultados quantitativos exatos, o que é essencial para garantir a conformidade com normas e regulamentos, especialmente em indústrias como a farmacêutica e alimentícia. Além disso, a técnica permite a identificação de impurezas e a avaliação da pureza de substâncias, contribuindo para o desenvolvimento de novos materiais e compostos químicos.

A destinação final dos resíduos sólidos é um desafio significativo no Brasil, especialmente em estados da Região Norte, como o Amazonas. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/2010, estabelece diretrizes para o gerenciamento adequado dos resíduos, priorizando a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento antes da disposição final em aterros sanitários (Brasil, 2010). No entanto, a realidade do manejo de resíduos no Brasil ainda está distante do ideal. Muitos municípios ainda destinam seus resíduos para lixões a céu aberto ou aterros controlados, que não possuem infraestrutura adequada para minimizar os impactos ambientais e sociais. No Amazonas, o desafio é ainda maior, sendo dados do TCE (2018), apenas a cidade de Manaus oferece a destinação adequada aos resíduos.

A análise gravimétrica surge como uma ferramenta essencial para aprimorar a destinação dos resíduos sólidos, sendo ela fundamental para determinar a quantidade e tipo de resíduos gerados, auxiliando na escolha dos métodos mais apropriados para coleta, tratamento e disposição final. Esse estudo, conforme Andrade e Schalch (1997), permite o planejamento eficiente de sistemas de limpeza urbana e o dimensionamento correto de equipamentos e operações, contribuindo para a eficiência geral do processo de gestão de resíduos. Nem todos os resíduos sólidos da cidade de Manaus têm a sua destinação executada de maneira adequada, em muitas vezes, a destinação é feita de maneira indevida. Molinari et al., (2021) em estudos sobre a microbacia do Passarinho (zona norte da cidade de Manaus), chama atenção para existência de depósitos irregulares de resíduos sólidos classificados como lixeiras irregulares, popularmente conhecidas como lixeiras viciadas, bolsões de lixo, depósito irregular ou ainda depósito clandestino de lixo. Trata-se de áreas ociosas ou terrenos baldios que surgiram a partir

da especulação imobiliária, diante disso a população compreende que esses locais são propícios para a destinação final dos seus resíduos (Teixeira *et al.*, 2013). Dentre as áreas estudadas destacam-se as áreas de esquinas de ruas, entrada/saída de becos ou vielas, além das áreas de bordas e no interior de voçorocas. Pereira e Ribas (2014) corroboram com essa ideia, e acrescentam que as voçorocas são utilizadas há décadas como local de destinação final dos resíduos sólidos, sejam eles de origem doméstica ou industrial. Vieira (2008) aborda que a presença de resíduos sólidos no interior de voçorocas é algo bastante comum na cidade de Manaus.

1.5 VOÇOROCAS

No que diz respeito às voçorocas, Ab'Saber (1968) aponta que elas surgem a partir de processos de ravinamento intensificados por fluxos superficiais, com seu desenvolvimento sustentado por um processo de retroalimentação. Selby (1982) relaciona o aparecimento de voçorocas a desequilíbrios na paisagem, causados por queimadas, desmatamento e precipitações extremas. Segundo ele, as voçorocas se formam por duas principais causas: um aumento no volume de água escoada ou a manutenção desse volume, mas com um incremento no número de fluxos superficiais devido à ausência de vegetação. Poesen *et al.* (2003) definem voçorocas como feições erosivas onde o escoamento de água se concentra em canais estreitos, removendo o solo em profundidades que podem variar de 0,5 a 30 metros. Assim, voçorocas formam canais tão profundos e largos que não podem ser corrigidos com o uso de equipamentos agrícolas.

Guerra (2008) identifica voçorocas como feições associadas à erosão acelerada, com paredes íngremes e fundo plano, podendo alcançar o lençol freático. Vieira (2008) as descreve como feições em formato de U, com paredes abruptas e fundo plano, superando 1,5 metros de profundidade, com ou sem afloramento do lençol freático, conforme também assinalado por Fleury (1983). Bertoni e Lombardi Neto (2010) observam que, quando se formam em solos com horizontes de materiais consistentes, as voçorocas tendem a ter paredes verticais, sendo suscetíveis a desmoronamentos por movimentos de massa se o solo for mais friável.

A classificação das voçorocas em três tipos: conectadas, desconectadas e integradas, com base em sua relação com a rede de drenagem, segundo o modelo de Oliveira, 1989. Para o mesmo autor, as voçorocas conectadas, estão ligadas ao sistema de drenagem, crescendo em direção à cabeceira por meio de escoamento superficial e subterrâneo, sendo consideradas canais de primeira ordem. As desconectadas, localizadas nas partes superiores das encostas, não estão ligadas a redes de drenagem e se desenvolvem por movimentos de massa e escoamento superficial, sem conexão com canais fluviais. As integradas combinam características dos dois

tipos anteriores e representam o estágio final de evolução da feição, localizadas em áreas de declividade intermediária (Frota Filho, 2021, apud Oliveira, 1989).

Vieira (2008), baseando-se em Bigarella e Mazuchowski (1985), desenvolveu um modelo de formas de voçorocas observadas em Manaus, destacando cinco tipos: linear, bifurcada, ramificada, irregular e retangular. Cada forma está associada a processos específicos e condições ambientais, como geologia, geomorfologia, solos, cobertura vegetal e drenagem. Além disso, Fleury (1983) classifica voçorocas como mortas (ou inativas), vivas (ou ativas), isoladas, múltiplas, secas e úmidas, destacando suas características de atividade, conectividade com o lençol freático e disposição em relação ao terreno. O conceito de voçoroca utilizado nesta pesquisa é o de Vieira (2008), autor local cujo trabalho reflete de forma mais específica as características regionais. Por essa razão, seu conceito foi considerado o mais adequado para fundamentar a análise das áreas estudadas na bacia hidrográfica Colônia Antônio Aleixo.

1.5.1. Feições de Retrabalramento

As feições de retrabalramento são mecanismos que atuam tanto no interior como no terreno circundante a voçoroca, contribuindo assim para a evolução da mesma. Dentre as principais feições de retrabalramento na cidade de Manaus, destacam-se: Alcovas de Regressão, Marmitas, Costelas, Pedestais/Demoiselles e Escamas/Escamamento (Vieira, 2008).

1.5.2 Alcovas de Regressão

São feições que ocorrem no interior das voçorocas, resultantes da combinação de vários fatores, entre eles, a ação dos filetes subverticais e o escoamento superficial, desenvolvendo-se preferencialmente em partes menos coesas (Oliveira, 1996). À medida que essas feições se desenvolvem, elas podem levar ao colapso das camadas superiores devido à perda de sustentação (Vieira, 2008).

1.5.3. Marmitas

São cavidades que indicam a presença de erosão causada por cascatas (plunging pool) ou por fluxo turbilhonar. Podem ser encontradas em diferentes partes das voçorocas, como no fundo, onde a superfície é plana, e nos degraus formados dentro da incisão (Vieira 2008, apud Oliveira, 1999).

1.5.4. Costelas

Este tipo de feição aponta alteração na profundidade e variação a resistência de cisalhamento do material da cobertura superficial (Nascimento, 1998), podendo ser potencializado graças a ações do filetes subverticais (Oliveira, 1999).

1.5.5. Pedestais/ demoiselles

Demoiseelles são formações erosivas que se desenvolvem gradualmente devido à ação combinada da erosão por impacto de gotas de chuva (splash erosion) e pelo escoamento superficial difuso, especialmente em áreas sem cobertura vegetal (Oliveira, 2007). Vieira (2008) destaca que essas feições podem surgir tanto no interior de feições erosivas quanto em solos sem vegetação.

1.5.6. Escamas / escamamento

Essas feições resultam do acúmulo de materiais finos, como areia fina ou muito fina, sobre uma superfície mais resistente. O transporte dessas partículas ocorre por meio de pequenos fluxos laminares com orientação vertical a subvertical (Vieria, 2008 apud Oliveira, 1999).

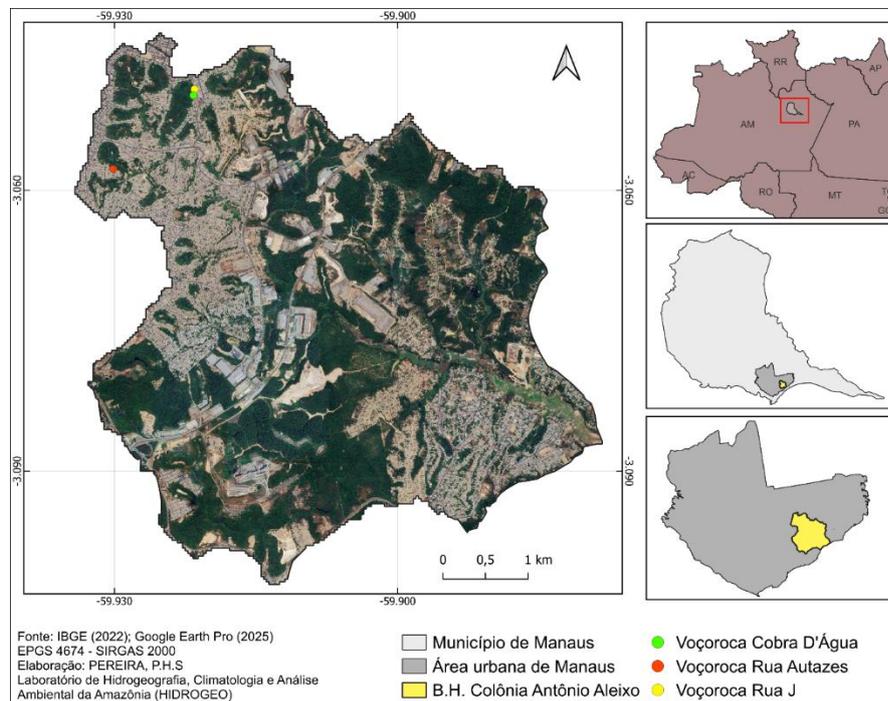
CAPÍTULO 02 – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

2.1. Localização

O estudo é realizado na Bacia Hidrográfica Colônia Antônio Aleixo (BHCAA), localizada na área urbana de Manaus. O município possui uma extensão territorial de 11.401,092 km² e uma população estimada de 2.063.547 habitantes, dos quais cerca de 99,5% residem em áreas urbanas, esse fato confere a Manaus uma alta densidade demográfica, de 180,86 habitantes por quilômetro quadrado (Vieira, 2008; IBGE, 2023).

A BHCAA (Figura 01) é uma das 19 bacias hidrográficas de Manaus, que juntas ocupam uma área total de 512,13 km². Situada na zona leste da cidade, a bacia abrange aproximadamente 24,93 km² e inclui partes de oito bairros: Distrito Industrial II, Puraquequara, Colônia Antônio Aleixo, Mauzinho, São José do Operário, Tancredo Neves, Jorge Teixeira e Zumbi (Frota filho, 2016; 2021). Com relação às voçorocas, a bacia registrava 50 incisões em 2008, número que reduziu para 38 em 2012, 22 em 2016 e 26 em 2021 (Vieira, 2008; Frota Filho, 2012, 2016, 2021). As voçorocas analisadas neste estudo foram selecionadas considerando o uso e ocupação da área da bacia, que pode ser dividida em três segmentos principais: 1) área industrial (Distrito Industrial II); 2) área residencial (bairros Colônia Antônio Aleixo e Mauzinho); e 3) áreas residenciais e comerciais (São José do Operário, Tancredo Neves, Jorge Teixeira e Zumbi).

Figura 01 - Localização da Bacia hidrográfica Colônia Antônio Aleixo, Manaus-AM.



Fonte: Autor, 2025.

2.2. Geologia

A geologia da cidade de Manaus é representada pela Formação Alter do Chão, pertencente ao Grupo Javari da Bacia do Amazonas. Essa formação é caracterizada pela presença de arenitos argilosos, argilitos arcóscicos, quartzo-arenitos e brechas intraformacionais, com uma coloração avermelhada distinta (Simas, 2008). Sobre a Formação Alter do Chão, Igreja (2000) afirma:

Um dos aspectos característicos quando dos estudos dos afloramentos da Sequência Alter do Chão é a frequência da coloração vermelha de variada tonalidade dos arenitos e argilitos, que se interdigitam, entrecortam-se ou mosqueiam-se com nódulos, níveis, camadas, juntas e fraturas amarelo-esbranquiçadas, podendo atingir ao branco leitoso. (p 123).

Aguiar (2002) identificou quatro fácies sedimentares na Formação Alter do Chão: argilosa, areno-argilosa, arenosa e a denominada “Arenito Manaus”. Essas unidades ocorrem como camadas sub-horizontais de disposição lenticular, afetadas por falhas lítricas pós-cretáceas. O Arenito Manaus caracteriza-se por acamamento horizontal, estrutura maciça e elevada dureza. Sua coloração varia do esbranquiçado ao avermelhado, sendo predominantemente quartzoso, com granulação fina a grossa. Esse arenito aflora em diferentes pontos da cidade de Manaus, incluindo as margens do Rio Negro, igarapés e o interior de diversas voçorocas (Vieira, 2008 apud Costa et al, 1978).

2.3. Geomorfologia

O relevo da região de Manaus, localizada no nordeste do estado do Amazonas, é caracterizado por um conjunto de feições geomorfológicas que refletem a influência de processos tectônicos e erosivos ao longo do tempo, a região apresenta uma compartimentação topográfica marcada pela presença de interflúvios tabulares com diferentes graus de dissecação, resultantes da evolução geomorfológica da área (Sarges et al., 2011).

A compartimentação altimétrica da região permitiu a identificação de cinco faixas hipsométricas, que variam desde planícies de inundação em altitudes inferiores a 25 metros até os topos planos de interflúvios acima de 115 metros (Sarges et al., 2011). Em relação à declividade, predominam baixos valores, com gradientes máximos de 18°, sendo as maiores inclinações observadas nas bordas dos terraços fluviais e vertentes dos interflúvios.

Além disso, foram identificadas anomalias geomorfológicas que indicam influência tectônica na região. Essas anomalias incluem trechos retilíneos em canais de drenagem, inflexões abruptas, cachoeiras condicionadas por falhas e diferenças de altura entre margens

fluviais, evidenciando que a dinâmica da paisagem foi amplamente controlada por eventos tectônicos ao longo do tempo (Sarges et al., 2011).

Dessa forma, o relevo da região de Manaus é resultado de interações complexas entre processos tectônicos e geomorfológicos, influenciando a organização espacial da rede de drenagem e a evolução da paisagem local.

A Zona Leste da cidade de Manaus ganha destaque devido à presença de planaltos que culminam em encostas de acentuada inclinação, que são relativamente curtas e tendem a assumir uma forma convexa, conforme observado por Vieira (2008). A geomorfologia da BHCC, conta com uma variação altimétrica que varia entre cotas de 25 metros no seu ponto mais baixo, e 102 metros em áreas mais elevadas, os divisores de água. O que resulta em uma amplitude altimétrica de 97 metros, e uma cota média de 57 metros. A área de estudo tem como classe hipsométrica mais representativa, o intervalo de 40 a 50 metros, o que corresponde a 20,71% da área da bacia. Em seguida, o intervalo é de 50 a 60 metros com 19,51% da bacia. O intervalo com menor área foi de 24 a 30 metros, com 7,02 % localizado na região próxima à foz do canal principal da bacia (Frota Filho, 2016; 2021).

2.4. Clima.

As chuvas na região Amazônica apresentam uma variabilidade espaço-temporal, onde as mesmas ocorrem de forma irregular, apresentando uma variação marcante das médias anuais para os totais de precipitação, com uma variação que fica próximo a 6.000mm nas encostas da Cordilheira dos Andes a aproximadamente 1.600mm na região ecotonal da Amazônia fronteira com o cerrado do Planalto Central Brasileiro, conforme Salati (1983) e Ferreira et al. (2005). Fisch et al. (1998), mostraram que a estação de chuvas ou a forte atividade convectiva ocorre entre os meses de novembro a março, já os meses entre maio e setembro compreendem o período de seca e os meses de abril e outubro são meses de transição entre um regime e outro. Molion (1993) explica os principais sistemas de tempo de escala sinótica que afetam a região amazônica, sendo eles: 1 - Zona de Convergência Intertropical (ZCIT); 2 - Linhas de Instabilidade da Amazônia (LI); 3 - Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS); 4 - Jatos de Baixos Níveis (JBN); e 5 - Alta da Bolívia (AB) (CORRÊA et al. 2021).

A partir da última normal climatológica, a cidade de Manaus apresenta Precipitação anual de 2362,4mm, com destaque ao período chuvoso que possui médias mensais acima de 250mm. Manaus manifesta elevada precipitação durante a maior parte do ano, e por esse motivo, as taxas de erosividade dos solos é igualmente elevada (INMET, 2022).

Anualmente, possui médias anuais de Umidade Relativa de 81%, também apresenta Temperatura média anual compensada de 27,4°C, com média das máximas em 32,3°C, podendo chegar a média 34,1°C no mês de setembro, por sua vez, a cidade possui médias das mínimas em 24,0°C, podendo chegar a 23,6°C em janeiro e fevereiro (INMET, 2022).

2.5. Hidrografia.

A região da cidade de Manaus é cortada por densa e intrincada rede de canais fluviais, na qual o rio Negro aparece como o principal agente de drenagem, tendo o seu baixo curso situado na unidade geomorfológica do Planalto da Amazônia Oriental (Ab'Saber, 1953).

A cidade de Manaus está localizada entre três grandes rios, funcionando como limite natural para expansão da cidade. Na direção sul, temos o rio Negro, a oeste da cidade temos o rio Tarumã Açu e o Puraquequara a leste. Ademais, a cidade de Manaus possui em seu corpo 19 bacias hidrográficas ditas em três grandes grupos, em função de suas desembocaduras, sendo eles: bacias do oeste (três bacias); bacias do sul (nove bacias); bacias do leste (sete bacias) (Vieira, 2008).

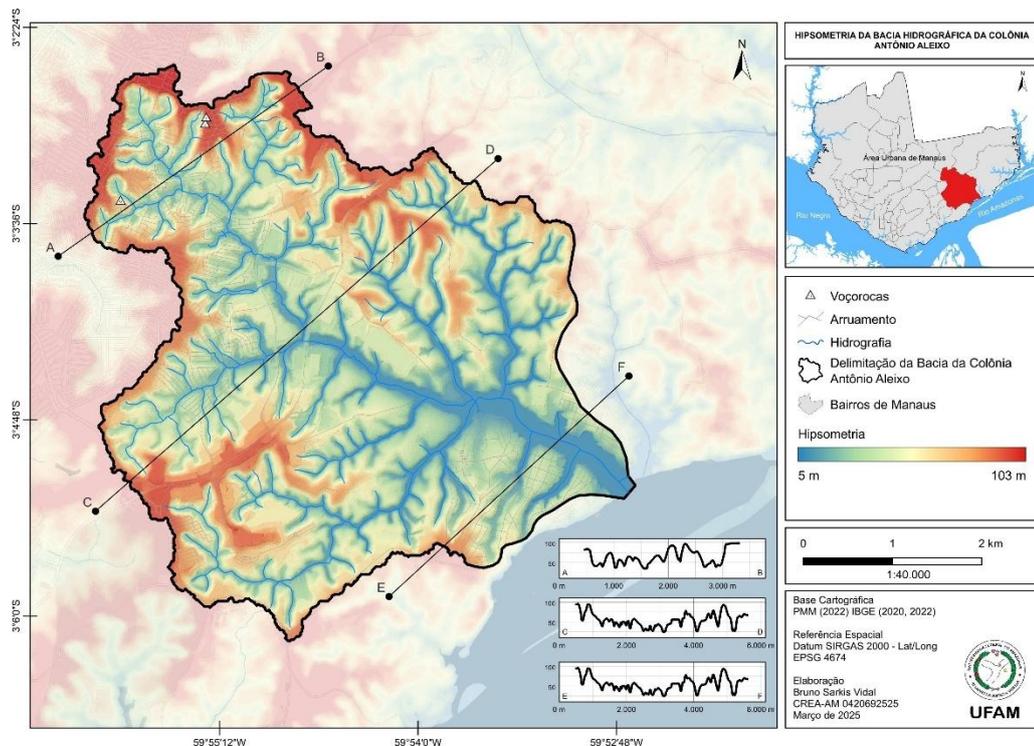
Em termos de tamanho médio das áreas ocupadas por cada bacias verificou-se que as bacias do grupo oeste apresentam tamanho médio de 68,4 km², em segundo lugar estão as bacias do sul com média de 24,8 km², e as bacias do leste com as áreas em torno de 11,9 km², destaque para quatro grandes bacias: do Tarumã, do São Raimundo, do Educandos e do Gigante (Vieira, 2008).

A bacia hidrográfica Colônia Antônio Aleixo se encontra localizada no grupo de bacias do Leste com desembocadura para o sistema do Rio Amazonas. Ademais, a área estudada apresenta as seguintes características morfométricas, área de 24,93 km², comprimento de 7,45 km e largura média de 4,36 km, o que a caracteriza como uma bacia relativamente pequena (Frota Filho, 2021). A bacia apresenta um padrão de drenagem dendrítico (arborescente) que se assemelha a uma árvore, conforme Christofolletti (1980), além de uma densidade hidrográfica de 5,14 km/km², apresentando possibilidade de desenvolvimento de novos cursos, conforme Marcuzzo et al. (2013). A densidade de drenagem da bacia é de 6,12 km/km², considerada baixa conforme a classificação de Christofolletti (1969).

No que tange o canal principal da bacia (Figura 02), o mesmo tem índice de Sinuosidade (Isin) de 1,04, o que pelos parâmetros de Landin Neto *et al.* (2014) apud Lana (2001) é muito baixo, podendo ser considerado quase que retilíneo, isso se explica pelo controle estrutural da região, ademais esse tipo de canal apresenta uma pequena capacidade de acúmulo 73 de sedimentos que está associada também ao tipo de água dos rios que são negras, conhecidos pela

baixa carga sedimentar (Frota Filho, 2021). Para o mesmo autor, o canal principal e eixo da bacia possuem orientação NW-SE, sentidos que se destacam nos cursos fluviais e vales na região, devido ao controle estrutural, sendo considerado de 5ª ordem, a partir do modelo de Strahler (1952). Sua nascente encontra-se localizada a 74 metros, enquanto sua foz em 25 metros, apresentando um desnível altimétrico do relevo de 49 metros, totalizando 7,775 km (7754,09 metros) de comprimento, da nascente à foz, com orientação NW-SE (Frota Filho, 2021).

Figura 02 – Hipsometria da BCHCAA.



Fonte: IBGE (2010;2022). Elaboração: Bruno Sarkis Vidal, 2025.

2.6 Solo.

A composição geológica de Manaus, permite a formação de extensos perfis de solos imaturos, geralmente truncados. Os horizontes desses perfis são constituídos principalmente por caulinita, quartzo, goethita, hematita e, às vezes, gibbsita, recobertos por solos amarelados do tipo Latossolos e Espodossolos (HORBE et al. 2005).

O primeiro consiste em um solo muito intemperizado com poucas mudanças em seus horizontes, cujo desenvolvimento é beneficiado por ambientes tropicais quentes e úmidos (LESPPH, 2010). Posta as características acima, os Latossolos abrangem a maior parte de

Manaus, sendo encontrados com facilidade em zonas tropicais. Essa classe subdivide-se latossolos vermelho-amarelo e amarelo-vermelho, variando de acordo com as propriedades mineralógicas sob a camada intemperizada, possuindo textura argilosa, além disso, são solos

bem envelhecidos, profundos, de cor amarelada, tipicamente caulíníticos, frequentemente agregados com grande coerência, sendo quase sempre álicos (VIEIRA, 2008 apud CURI, 1993). A segunda classe de solo, os Espodosolos, trata-se de um solo muito pobre de nutrientes e mal drenado. Consiste em um solo de cor clara e bastante arenoso quase mostra através de horizontes de areia branca que atingem alguns metros de espessura e de consistência solta (LEPSCH, 2010).

Na escala local, os solos da bacia Colônia Antônio Aleixo são distribuídos de forma distinta: Latossolo Amarelo no topo, Argissolo Amarelo na porção intermediária e Neossolo Quartzarênico Hidromórfico na base da encosta (Frota Filho, 2016; 2021).

2.7. Vegetação.

De acordo com IBGE, (2012), Manaus está inserida na Região Florística Amazônica que é composta por florestas do tipo: Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Sempre-Verde e Campinarana. Segundo Pinheiro *et al* (2010), a cobertura vegetal da Amazônia Brasileira vem sofrendo alterações com o desflorestamento. Manaus, metrópole da Amazônia Ocidental, teve o seu crescimento urbano nas áreas de floresta primária, de forma desalinhada com questões ambientais e também por empreendimentos imobiliários autorizados (Pinheiro, 2010 apud Rovere e Crespo, 2002).

Os fragmentos florestais surgem a partir da fragmentação de áreas naturais em decorrência do processo de urbanização e ocupação do espaço, seja está planejada ou não. O desaparecimento destes fragmentos pode ser consequência de ações individuais ou coletivas dependendo do regime de propriedade em que a área está inserida (Souza Júnior, 2013). Segundo os dados de 2017 do PRODES (Projeto de Monitoramento do Desflorestamento na Amazônia Legal) o estado do Amazonas contava com 1001 km² de áreas desmatadas. Uma redução de 11% com relação ao ano de 2016 e 19% comparado ao ano de 2004, onde começou a divulgação dos dados.

2.8. Aspectos Socioeconômicos.

O bairro Colônia Antônio Aleixo teve sua origem em 1940 (Quadro 01), com a construção de 23 pavilhões destinados ao isolamento e tratamento de pessoas diagnosticadas com hanseníase. Com o tempo, a demanda por espaço aumentou, tornando necessária a edificação de mais dois prédios para acomodar novos pacientes vindos de Manaus (FIGUEIRA, 2005).

Devido ao preconceito associado à hanseníase, a área permaneceu isolada por muitos anos, sendo evitada pela população e pouco assistida pelo poder público. Inicialmente conhecido como "leprosário", o bairro foi, aos poucos, recebendo os familiares dos pacientes, que acabaram se estabelecendo nas adjacências e constituindo uma comunidade mais ampla (Figueira, 2005).

Atualmente, segundo o SEDECTI (2021), a Colônia Antônio Aleixo abriga cerca de 20.784 habitantes, demonstrando sua expansão e a superação do estigma que a marcou no passado. O bairro Jorge Teixeira foi oficialmente criado em 14 de março de 1989, durante a gestão do prefeito Arthur Virgílio Neto. O projeto previa a distribuição de terrenos para famílias de baixa renda, incluindo moradores vindos do bairro São José. A ocupação da região cresceu rapidamente, impulsionada pela abertura da Avenida Autaz Mirim, antiga Grande Circular, que passou a conectar as zonas Leste e Norte da cidade, formando um importante eixo viário entre São José e Cidade Nova, segundo Figueira (2005), o crescimento do bairro ocorreu, em parte, por meio de ocupações irregulares e loteamentos realizados por grupos ligados à Igreja Católica e a movimentos políticos voltados para causas sociais. Para o mesmo autor, o bairro Puraquequara teve início no ano de 1920, quando famílias ribeirinhas, vindas das calhas dos rios Madeira, Purus e Juruá, se estabeleceram às margens do rio Amazonas.

Segundo Barbosa (2017), as ocupações irregulares foram a principal forma de reprodução socioespacial da zona Leste de Manaus, porém a atuação do poder público pode ser constatada.

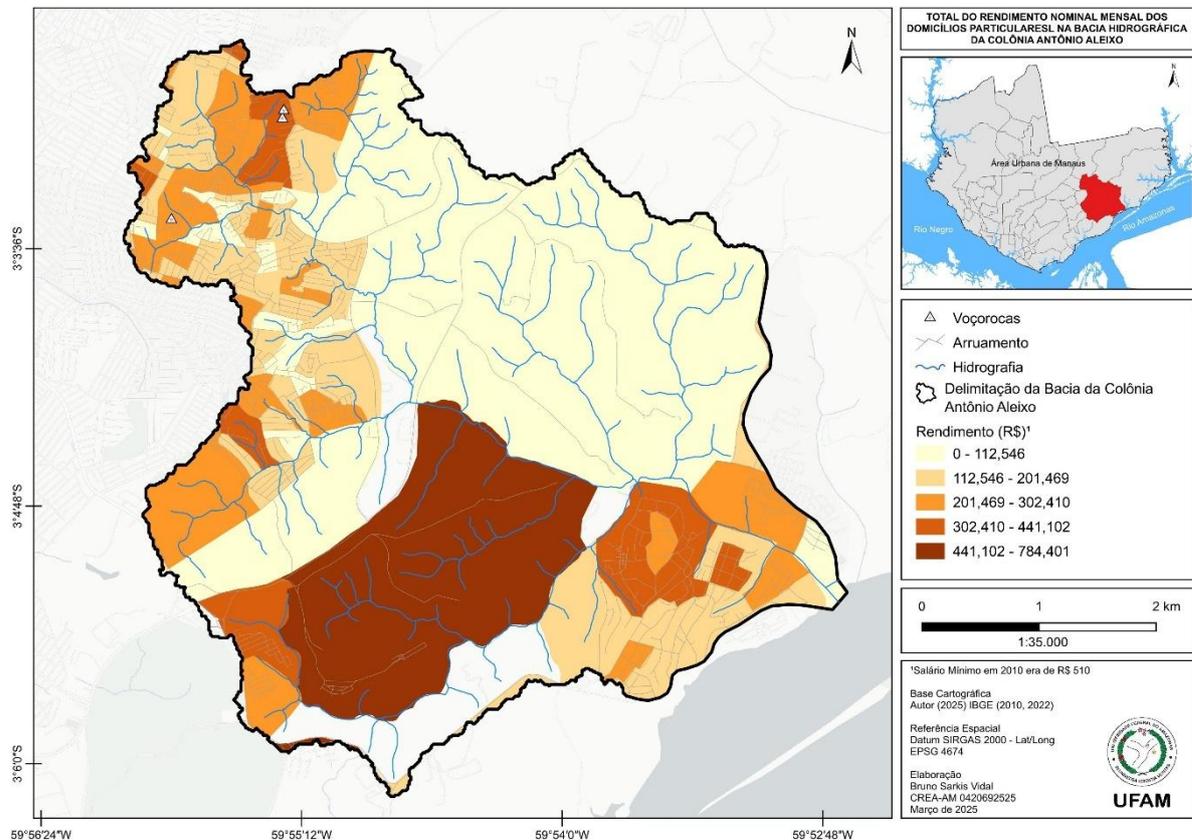
Quadro: 01 - Gênese dos Bairros da BHCAA.

Bairros	Ano de Surgimento	Loteamento Planejado pelo Estado	Ocupação Irregular
Puraquequara	1920	X	X
Colônia Antônio Aleixo	1940	X	X
Mauazinho	1968		X
Gilberto Mestrinho	1995		X
Tancredo Neves	1987		X
São José	1979	X	X
Zumbi	1986		X
Distrito Industrial II	1994		X
Jorge Teixeira	1989	X	

Fonte: IBGE, (2010); Prefeitura de Manaus (2017); Jornal do Comércio (2013) apud Barbosa (2017); Molinari (2023).

A Bacia Hidrográfica da Colônia Antônio Aleixo, apresenta uma realidade socioeconômica e ambiental diversificada. O mapeamento da região (Figura 03) revela um espaço marcado por contrastes, com variações no rendimento nominal mensal dos domicílios.

Figura 03 – Rendimento Mensal dos domicílios da BHCAA.



Fonte: IBGE (2010;2022). Elaboração: Bruno Sarkis Vidal, 2025.

Segundo o IBGE, a distribuição do rendimento familiar dentro da bacia demonstra uma predominância de áreas com baixa renda, especialmente na porção norte e central, onde os valores médios se situam entre R\$ 0 e R\$ 201.469. Essas regiões são caracterizadas por assentamentos populares, muitas vezes sem infraestrutura adequada, refletindo a realidade socioeconômica de grande parte dos moradores.

Por outro lado, as áreas ao sul e leste apresentam rendas mais elevadas, com algumas regiões atingindo valores superiores a R\$ 441.102. Essa disparidade econômica indica que a bacia abriga tanto comunidades de baixa renda quanto setores mais estruturados, possivelmente com melhor acesso a serviços urbanos e oportunidades econômicas.

As voçorocas (objeto de interesse deste trabalho), identificadas no mapa, estão concentradas principalmente em regiões de menor rendimento. Esse fenômeno erosivo ocorre devido à remoção intensa da cobertura vegetal e ao escoamento descontrolado das águas pluviais, agravado pela ocupação humana. Sem medidas de contenção, as voçorocas podem expandir-se rapidamente, aumentando os riscos de desabamento, destruição de vias e comprometimento de infraestrutura básica.

A análise da renda da população na Zona Leste de Manaus, especialmente na Bacia Hidrográfica da Colônia Antônio Aleixo, revela um cenário de desigualdade socioeconômica diretamente ligado ao histórico de ocupação da região. Caracterizada por um crescimento urbano acelerado, povoada majoritariamente por meio de ocupações espontâneas, impulsionadas pela necessidade de moradia da população de baixa renda, especialmente entre as décadas de 1970 e 2010.

A ausência de ações efetivas do poder público resultou em uma infraestrutura deficiente, com a falta de equipamentos urbanos essenciais, como redes de saneamento, pavimentação, drenagem pluvial eficiente e áreas de lazer. Esse descaso impactou diretamente a qualidade de vida dos moradores e contribuiu para a consolidação de áreas de risco, como as voçorocas, que hoje representam um dos principais desafios ambientais da região.

CAPÍTULO 03 – METODOLOGIA

A Geografia tem como objetivo compreender as interações entre a sociedade e a natureza, analisando-as a partir do método sistêmico, que estuda as inter-relações dos componentes da paisagem geográfica.

Com isso, o presente estudo visa atender aos seguintes objetivos: 1. Caracterizar a morfometria das voçorocas de estudo; 2 caracterizar os tipos de resíduos sólidos despejados nas incisões; 3 Avaliar as condições do saneamento básico nas áreas de voçorocas, com ênfase na eficiência da coleta de resíduos sólidos.

3.1 Caracterizar A Morfometria Das Voçorocas

Neste ponto do trabalho buscou-se compreender os seguintes aspectos: 1.1 mapear as voçorocas da área de estudo; 1.2 Caracterização das voçorocas.

3.1.1 Mapear as voçorocas da área de estudo.

A identificação das voçorocas foi organizada em duas etapas: a) dados secundários; e, b) dados primários). A fase de dados secundários - etapa “a”) consistiu no levantamento, revisão dos estudos sobre voçorocas em Manaus, e na bacia hidrográfica do Colônia Antônio Aleixo entre 1995 a 2022, destaque para os trabalhos de Vieira (1998), Vieira (2008), Frota Filho (2012), Frota Filho (2016), Costa e Rodrigues (2017), PMM/Defesa Civil/CPRM (2019), Frota filho (2021) e Molinari (2023). Ademais, na etapa “b” (dados primários) foram utilizadas imagens do software Google Earth Pro dos anos de 2021 e 2022, somadas a trabalhos de campo para confirmar suas localizações.

No que diz respeito a escolha das voçorocas, foi pensado alguns critérios de seleção, sendo eles: 1) a presença de resíduos na voçoroca; 2). Segurança do local para realização da coleta; 3) Proximidade com canais de drenagem e 4) Proximidade da malha urbana. Logo após foram escolhidas o total de 03 voçorocas (Quadro 02) para monitoramento no período de 2022 a 2024.

Quadro 02 - Localização das Voçorocas selecionadas.

N° da Voçoroca	Localização das Voçorocas	Coordenadas
Voçoroca 01	Rua Cobra d'água - Jorge Teixeira.	3° 2'59.84" S 59° 55 '17.52" W
Voçoroca 02	Rua Autazes - Gilberto Mestrinho.	3° 3'27.73" S 59°55'48.58" W
Voçoroca 03	Rua J - Jorge Teixeira	03° 2'54.45" S 59° 55'19.29" W

Fonte: Autor, 2022.

3.1.2 Caracterização das Voçorocas.

A partir da escolha das voçorocas, o entorno delas foram analisadas a fim de identificar aspectos que potencializam o processo erosivo, como influências na forma e direção do crescimento da incisão, a fim de se obter total compreensão da área de contribuição das voçorocas.

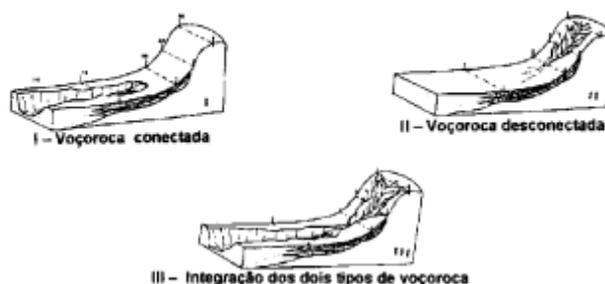
Durante o monitoramento, no período de 01 ano (durante outubro de 2022 a outubro de 2023) foi utilizado o VANT (Veículo aéreo não tripulado), realizando sobrevoo sobre as incisões, no qual foram aferidos as larguras, profundidades e comprimentos das incisões, com base nesses dados foram calculados a área da incisão (largura x comprimento) e o volume erodido (largura x comprimento x profundidade), além da direção de crescimento das mesmas, assim como proximidade da via de acesso mais próxima para determinação de risco. Julian e Nunes (2020) destacam a alta eficiência do uso do VANT para o monitoramento de voçorocas e cálculos de volume erodidos, atrelado a um custo relativamente baixo. A partir do monitoramento foi possível determinar as taxas de erosão da voçoroca e com isso realizar previsões de risco conforme Tavares *et al.* (2010), onde os autores chamam atenção para quatro níveis de risco: imediato, risco em curto prazo, risco a médio prazo, e risco a longo prazo (Quadro 03).

Quadro 03 – Escala de risco.

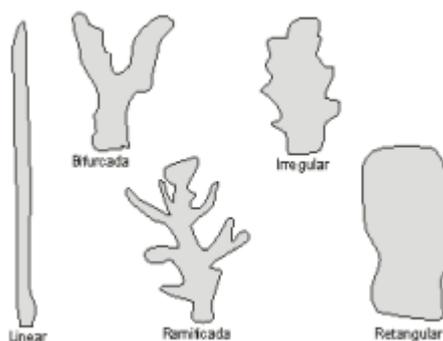
Nível	Intervalo	Descrição	Meses
01	0-3 m	Risco imediato	0-6 meses
02	3-6 m	Risco a curto prazo	6-15 meses
03	6-15 m	Risco a médio prazo	15-36 meses
04	>15m	Risco a longo prazo	>36 meses

Fonte: Tavares *et al.* (2010).

No que tange os tipos de voçorocas, foram classificadas por meio do modelo de Oliveira (1989) (FIGURA 04), quanto à forma pelo modelo de Vieira (2008) (FIGURA 05) por se tratar de um modelo mais alinhado para a característica da região. No que diz respeito ao tamanho, será utilizado o modelo proposto por Vieira e Albuquerque (2004), onde organiza as voçorocas em cinco categorias: 1) muito pequena; 2) pequena; 3) média; 4) grande; 5) muito grande, tomando como base o volume erodido (QUADRO 04).

Figura 04 - Tipos de voçorocas.

Fonte: Oliveira, 1989.

Figura 05 - Formas de voçorocas.

Fonte: Vieira, 2008.

Quadro 04: Classificação das Voçorocas por tamanho (m³).

ORD	VOLUME ERODIDO	TAMANHO
01	Até 999 m ³	Muito Pequena
02	De 1.000 m ³ até 9.999 m ³	Pequena
03	Entre 10.000 m ³ e 19.000 m ³	Média
04	Entre 20.000 m ³ e 40.000 m ³	Grande
05	Mais de 40.000 m ³	Muito grande

Fonte: Vieira e Albuquerque (2004).

Durante os campos foram coletados dados métricos das voçorocas (comprimento, largura e profundidade), somado aos dados do VANT, foram calculados a área e o volume erodido. Ademais, verificou-se as informações referentes à forma, tipo, direção de crescimento da voçoroca, assim como as características da encosta (comprimento, forma e declividade) onde esta se desenvolve. Tais procedimentos ajudam obter uma compreensão mais detalhada acerca da evolução das voçorocas estudadas.

Para essa atividade, no presente trabalho foi utilizado o modelo VANT Phantom 4, que consiste em um quadricóptero, muito útil nas aplicações de topografia; agricultura; mineração e controle ambiental, atuando para o cálculo do perímetro, perfil do relevo, curva de nível e outros. É acompanhado de uma câmera para os mais diversos fins, seu manuseio é através de rádio controle, equipado por GPS. Dentre seus equipamentos estão inclusos: 3 baterias recarregáveis, módulo GPS, rádio controle, LEDs indicadores, hélices, cabo e uma interface USB para acesso em smartphones e tablets (disponível para Windows e Mac IOS).

3.1.3 Plano de Voo.

O software utilizado para o planejamento de voo foi o PIX4D. Que funciona através do processamento de imagens obtidas por câmeras já instaladas em drones. Técnicas de fotogrametria do programa processam as imagens que após analisadas pode-se obter mosaicos 2D e modelos 3D a partir do georreferenciamento das imagens. Para realizar a programação das missões de cada voo, deve-se estabelecer uma conexão com a rede de internet. O manuseio do software PIX4D segundo o Guia prático de operação e aplicações dos drones, desenvolvida pela empresa - Horus aeronaves- o checklist do software é de seguinte forma: acessar a base de mapas do software, identifica a região a ser mapeada, indica o perímetro de interesse, local de lançamento e pouso, modelo de câmera utilizada, direção do vento, altitude e velocidade de voo e o índice de sobreposição das imagens. A (Figura 6) ilustra o processo feito no aplicativo desde sua primeira interface instalada em smartphone até o acompanhamento de voo em campo. As imagens serão tratadas no programa ARGISFOT, gerando assim modelos digitais de elevação, ortofotos, modelo tridimensional. Posteriormente, trabalhadas no ambiente de Sistema de Informações Geográficas, via QuantumGIS.

Figura 06 - (A) interface do aplicativo PIX4D; (B) interface de opção de missão; (C) interface a partir da escolha de local a ser mapeada; (D) Drone em missão, acompanhamento de voo por aplicativo



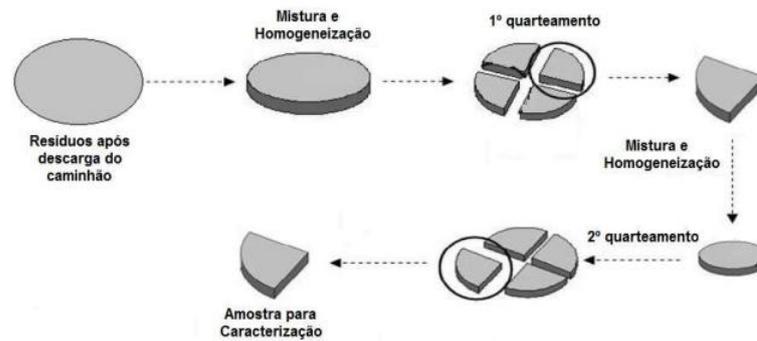
Fonte: Google Imagens, 2022.

Ademais, foram traçados com base em imagens de satélites (Google Earth), o perfil topográfico da vertente, onde está localizada as voçorocas, com a finalidade de identificar formas, declividade e comprimento das voçorocas, a fim de relacioná-las ao desenvolvimento das incisões.

3.3 CARACTERIZAR OS TIPOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS DESPEJADOS NAS INCISÕES

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a NBR 10007:2004 estabelece os procedimentos para a amostragem de resíduos sólidos. Essa norma é considerada um importante instrumento para a gestão adequada dos resíduos sólidos, pois estabelece critérios para a identificação dos resíduos, a escolha dos pontos de amostragem, os procedimentos de coleta e preservação das amostras, entre outros aspectos Figura 07.

Figura 07 - Metodologia utilizada para tratamento dos resíduos.



Fonte: SLU/DF, 2015.

Os dados primários sobre resíduos sólidos foram obtidos por meio de uma análise gravimétrica realizada de acordo com os procedimentos estabelecidos na NBR 10007/2004, seguindo os moldes dos trabalhos conduzidos por Oliveira (2017 e 2018), Almeida (2018), Ximenes (2019) e Molinari et al. (2023, 2024). Este método envolve cinco etapas: coleta, desagregação, mistura, quarteramento e pesagem (Figura 08).

Figura 08: coleta (a), desagregação (b), mistura (c), quarteramento (d), pesagem (e).



Fonte: Trabalho de Campo (outubro/2022).

Para isso foram coletados o quantitativo parcial de 100 quilogramas (Kg) de resíduos sólidos, apesar da norma regulamentadora 10.000/07 (ABNT, 2007) não determinar um quantitativo base, o montante de 100 Kg foi o que se julgou-se representativo diante das condições adversas de acesso ao interior das voçorocas, este montante corresponde ao total de 3 (três) voçorocas analisadas (Quadro 05).

Quadro 05 – Quantidade de Resíduos sólidos coletados e analisados.

	Voc 1	Voc 2	Voc 3	Total
Coletados	97,5	90,4	92,5	280,4
Analisados	40,59	31,5	32,2	104,29

Fonte: Autor, 2025.

Operacionalmente, foram pré-selecionadas três áreas durante os trabalhos de campo em outubro de 2022: Rua Autazes (Gilberto Mestrinho), Rua Cobra d'água (Jorge Teixeira) e Rua J (Jorge Teixeira), todas localizadas na zona leste. Os critérios de seleção de campo se devem volume de resíduos sólidos e o acesso ao interior das voçorocas. O roteiro prévio de coleta busca compreender todos dos segmentos das voçorocas (Cabeceira, meio e base), entretanto, devido a declividade das cabeceiras, houve a necessidade a necessidade de realizar adaptações (Quadro 06).

Quadro 06 – Pontos de Coletas de material nas voçorocas.

Nº da Voçoroca	Localização das Voçorocas	Pontos de Coletas
Voçoroca 01	Rua Cobra d'água - Jorge Teixeira.	Meio e Base
Voçoroca 02	Rua Autazes - Gilberto Mestrinho.	Cabeceira, meio e base
Voçoroca 03	Rua J - Jorge Teixeira	Meio e base

Fonte: Autor, 2025.

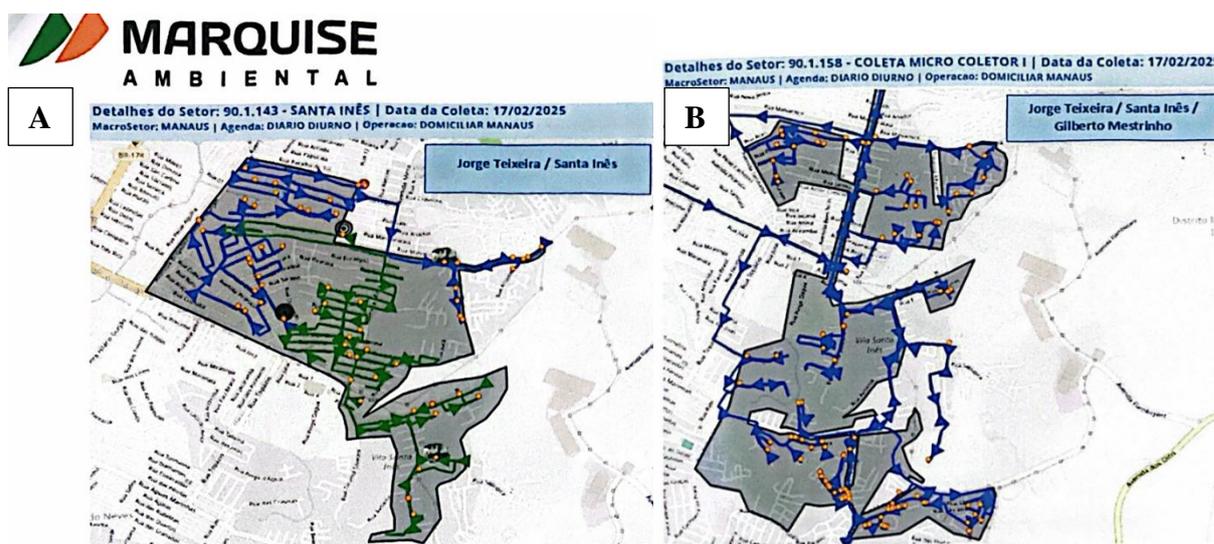
Em termos de materiais, foram utilizados os seguintes itens durante o trabalho de campo: a) cordas; b) lona; c) luvas; d) máscara; e) balança comum; f) balança de precisão; g) pranchetas; h) folhas A4; i) pincéis; j) sacos de lixo (200L). Os valores coletados, por peso, foram registrados em planilhas durante o trabalho de campo e posteriormente digitalizados no

software *Excel*, para uma análise precisa do peso de diferentes materiais como papel, papelão, e resíduos orgânicos, entre outros.

3.4 ANALISAR AS CONDIÇÕES DO SANEAMENTO BÁSICO NAS ÁREAS DE VOÇOROCAS, COM ÊNFASE NA EFICIÊNCIA DA COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS.

Para isso, foi realizada uma análise comparativa entre as diretrizes estabelecidas pelos instrumentos normativos municipais e os dados operacionais das concessionárias responsáveis pelo serviço. Foram utilizados dados secundários provenientes do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (2010), do Plano Diretor de Resíduos Sólidos de Manaus (2010), da Secretaria Municipal de Limpeza Pública (SEMULSP), além de informações da empresa concessionária responsável pela região (Rota dos caminhões coletores), Marquise Ambiental (APÊNDICE A) (Figura 09), a empresa concessionária trabalha com rotas georreferenciadas, estabelecidas com auxílio de GPS para todos os seus coletores, podendo assim, monitora-los diariamente.

Figura 09 – Mapas das rotas dos coletores disponibilizados pela concessionária.



Fonte: Marquise Ambiental, 2025.

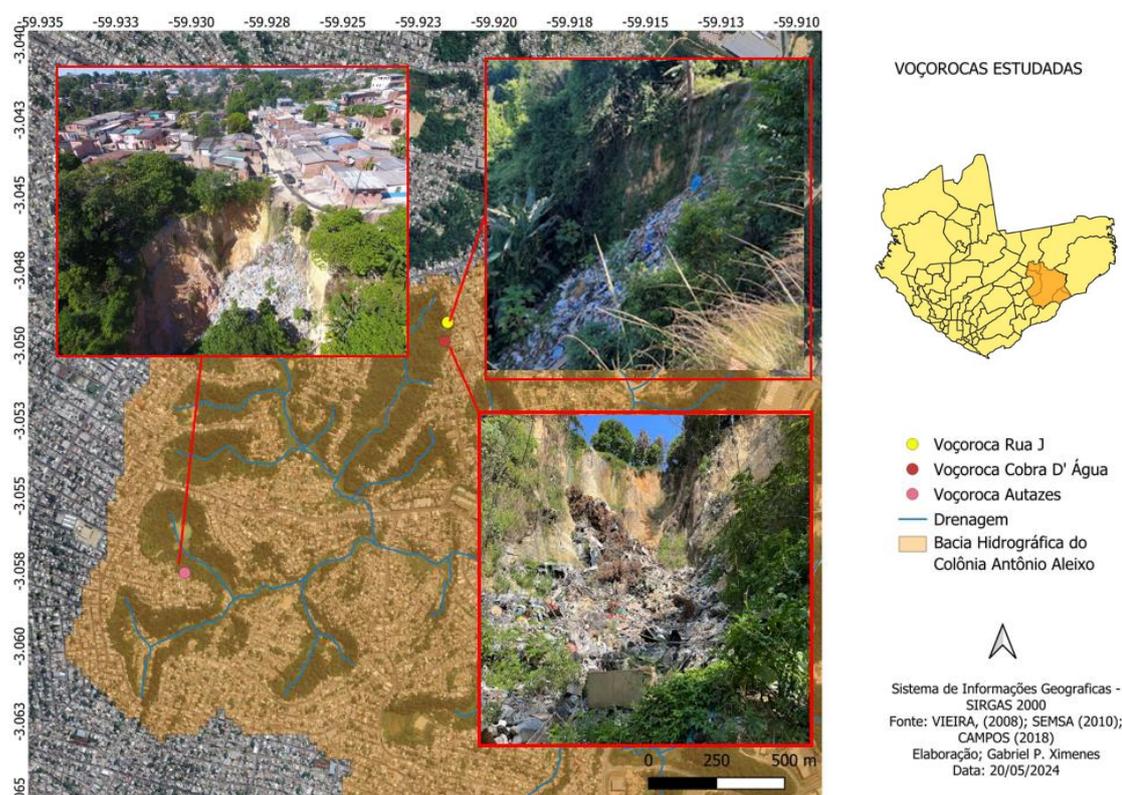
Também foram analisados dados censitários do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) dos anos de 2010 e 2022, permitindo avaliar a evolução das condições de saneamento nessas áreas. Como resultado, foram elaborados mapas temáticos que possibilitam uma compreensão espacial da cobertura e da eficiência dos serviços de saneamento básico, especialmente no que se refere à coleta de resíduos sólidos.

CAPÍTULO 04 – RESULTADOS E DISCUSSÕES.

4.1 Caracterizar A Morfometria Das Voçorocas.

A partir da análise de estudos anteriores (Vieira, 2008; Frota Filho, 2016; 2022), imagens de satélite e trabalho de campo foram constatadas a existência de 22 voçorocas na Bacia Hidrográfica do Colônia Antônio Aleixo. A origem dessas voçorocas está ligada a uma combinação de fatores, entre eles, o relevo colinoso apresentado na porção leste da cidade de Manaus (onde a bacia se localiza), o platô leste possui largura média de 379 m, variando entre 75 m (menor largura) a 875 m (maior largura) (Viera, 2008). Diante disso foram selecionadas 3 voçorocas, localizadas no alto curso da bacia (Figura 10).

Figura 10 – Localização das voçorocas estudadas.



Fonte: Autor, 2024.

Além disso, os vales localizados no entorno do Platô Leste são mais estreitos, podendo ser classificados como encaixados. Ademais, a ocupação de vertentes com declividade acentuada e da drenagem das águas pluviais e efluentes domésticos em direção à encosta, favorecem o processo de voçorocamento. Essas feições erosivas têm comprometido o meio ambiente e as populações que vivem próximas a elas.

4.1.1 Voçoroca 01 (Cobra D' Água).

A voçoroca 01, situada nas coordenadas 3° 2'59.84" Latitude, sul (S)/59° 55 '17.52" Longitude, oeste (W), Rua Cobra D' Água, bairro Jorge Teixeira, zona leste da cidade de Manaus (Figura 11), cadastrada inicialmente por Vieira (2008) e posteriormente, também nos trabalhos de Frota Filho (2016; 2022).

Figura 11 - Voçoroca 01, Rua Cobra D' Água, Jorge Teixeira

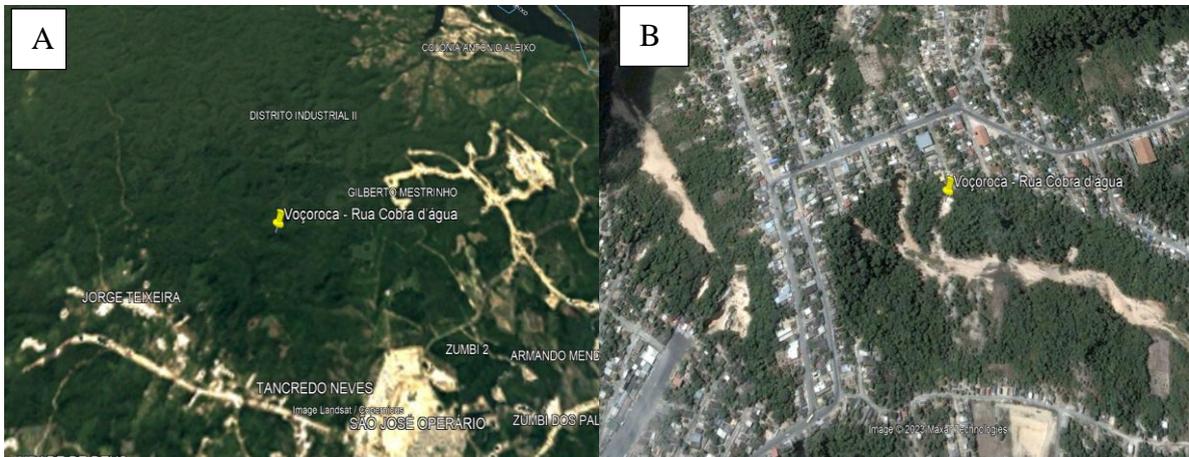


Fonte: Autor, 2022.

Sua gênese está atrelada ao processo de urbanização intensa que a cidade de Manaus passa nos 70-80, desenvolvendo duas áreas de intensa ocupação na cidade, zona norte e leste, conseqüentemente o bairro Jorge Teixeira, onde a voçoroca se localiza. Através do software Google Earth é possível constatar que, ainda no ano de 1985, o local que a voçoroca se encontra atualmente ainda não era ocupado, assim, a mesma ainda não existia (Figura 12), quando se avança no tempo, ano de 2005 (ano de melhor resolução de imagem disponível no software), é possível notar área da voçoroca se encontra densamente ocupada e a voçoroca já se encontra no localização atual, apresentando tamanho que denuncia intensa atividade. Assim, pode-se afirmar que, a voçoroca surgiu entre esse intervalo de tempo (1985 - 2005) através da intensa ocupação da encosta íngreme, sem a infraestrutura adequada. Ademais, Vieira (2008) destaca o papel da drenagem na formação das voçorocas juntamente com a declividade do terreno, já

Molinari (2023) destaca que as voçorocas na porção leste da cidade de Manaus estão dispostas diante de um certo padrão, em áreas de contato socioespaciais: “os de cima” e “os de baixo”, visão essa constatada pelo presente trabalho.

Figura 12 - (A) Área da voçoroca no ano de 1985, (B) área da voçoroca no ano de 2005.



Fonte: Google Earth, 1985; 2005.

No que tange suas características morfológicas (Tabela 01), a voçoroca está localizada sobre uma encosta do tipo convexa-divergente (Frota Filho, 2016), conta com uma declividade de $29,61^\circ$ (50,18%) é classificada como sendo do tipo conectada (Oliveira, 1989) já que a mesma apresenta ligação com o fundo de vale, destino final dos sedimentos. Já a sua forma é retangular, conforme a classificação de Vieira (2008) sua orientação SW-NE. Na cabeceira, a cota altimétrica da feição é de 93 m, já no seu interior é de 77 m. Além disso, não foi possível identificar a presença de feições erosivas secundárias.

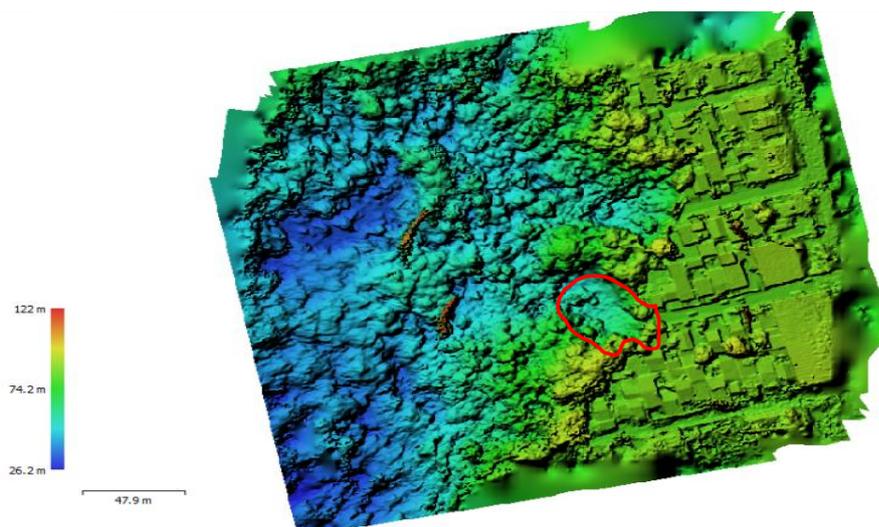
Tabela 01 - Características Morfológicas da Voçoroca Cobra d' Água.

Voçoroca	Orien.	Volume Erodido (m³)	Distan. Casas (m)	Compri. Médio (m)	Lar. Média (m)	Profun. Média (m)	Tamanho
Rua Cobra D'Água	SW-NE	24.705,78	2	41,00	36,3	16,6	Grande

Fonte: Autor, 2024.

Os danos materiais causados pelo voçorocamento, referem-se à perda de área e destruição de parte do arruamento, os danos às propriedades próximas e os danos ambientais estão relacionados à perda de solo, assoreamento do canal, dado o MDE do local, que mostra a proximidade da voçoroca com a drenagem da bacia (Cotas em azul, área mais baixa) (Figura 13), além da contaminação do solo. Segundo a classificação de Tavares et al. (2010), por se encontra localizada a menos de 3 metros das residências, é considerada como sendo de risco imediato, oferecendo assim risco à vida dos moradores.

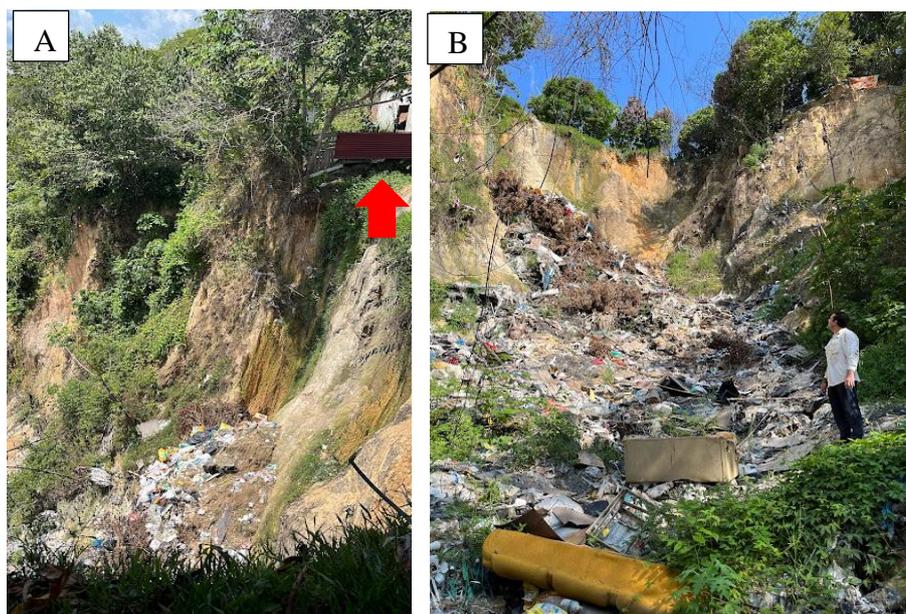
Figura 13 - MDE Voçoroca Cobra D' Água (circunscrito de vermelho).



Fonte: Autor, 2024.

A voçoroca se encontra em lento processo de evolução, sendo as bordas os pontos mais ativos da mesma, ficando evidenciado pela coloração mais “viva” presente no solo. Tal fato ocorre devido a drenagem da água de esgoto de origem doméstica e da canalização das águas pluviais oriundas da pista pavimentada. Além disso, é possível notar o uso dado a incisão, pois a mesma é utilizada pela população como depósito de resíduos (Figura 14) que se apresentam de maneiras industriais e comerciais.

Figura 14 - Residências próximas a Voçoroca, seta vermelha (a); Presença de resíduos na Voçoroca (b).



Fonte: Autor, 2023.

Molinari (2023), em estudos na área, mostra que a voçoroca impacta diretamente 6 imóveis, causando danos estruturais aos mesmo, e, de maneira indireta, 19 imóveis são afetados pela presença da voçoroca segundo o autor.

4.1.2 Voçoroca 02 (Rua Autazes).

Voçoroca 02 (Figura 15), situada nas coordenadas $3^{\circ} 3'27.73''$ (S) e $59^{\circ}55'48.58''$ (W), rua Autazes, bairro Gilberto Mestrinho, zona leste da cidade de Manaus. Cadastrada inicialmente por Vieira (2008) e posteriormente por Frota Filho (2016; 2022). A voçoroca tem sua gênese associada a processos antrópicos, já que seu surgimento acontece de forma paralela à ocupação do bairro Gilberto Mestrinho, processo semelhante ao que se vê na voçoroca 01. Guerra (2011) salienta que a ocupação indevida do local por parte da população, somada à falta de atenção por parte do poder público e a falta de infraestrutura adequada para ocupação de encosta geram impactos, que podem ser irreversíveis ao ambiente e ao seu entorno.

Figura 15 - Voçoroca 02 – Rua Autazes.

Fonte: A.F.S.G.V, 2020.

No que tange suas características morfológicas (Tabela 02) a voçoroca está localizada sobre uma encosta do tipo concava-convergente (Frota Filho, 2016), conta com uma declividade de $11,09^\circ$ (17,59%) é classificada como sendo do tipo conectada segundo modelo de Oliveira (1989) apresentando ligação com o vale, destino. Além disso, sua forma é retangular, conforme a classificação de Vieira (2008) sua orientação NE-SW. Na cabeceira, a cota altimétrica da feição é de 68 m, já no seu interior é de 52 m.

Tabela 02 - Características Morfológicas da Voçoroca Rua J

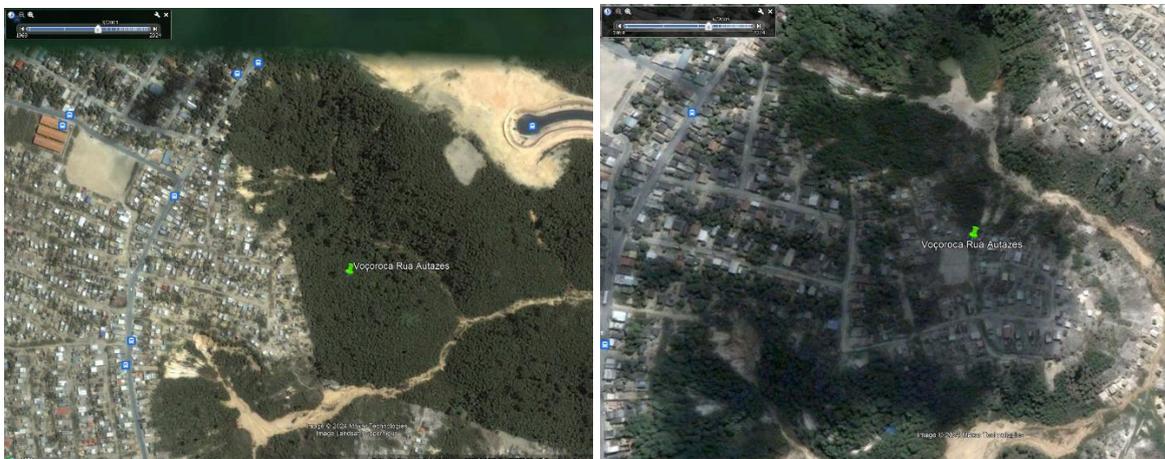
Voçoroca	Orien.	Volume Erodido (m ³)	Distan. Casas (m)	Compri. Médio (m)	Lar. Média (m)	Profun. Média (m)	Tamanho
Rua Autazes	NE-SW	13.299,36	< 0	26,9	30,9	16,0	Média

Fonte: Autor, 2024.

A gênese da voçoroca acompanha o processo de ocupação/expansão do bairro Gilberto Mestrinho, no ano de 2001 é possível notar que a voçoroca ainda não se encontrava instalada

no local, após o processo de expansão, em um intervalo de 4 anos, a mesma já se encontrava no local, se expandindo desde então (Figura 16).

Figura 16 - Linha do tempo de surgimento da voçoroca



Fonte: Google Earth; Autor (2001; 2024).

O bairro Gilberto Mestrinho apresenta uma ocupação consolidada. Nessa área, questões relacionadas ao saneamento básico, drenagem de águas pluviais e esgoto são deficientes, contribuindo para o surgimento, desenvolvimento e aceleração dos processos erosivos. Esses fatos explicam por que as erosões estão predominantemente próximas das vias urbanas e das residências.

Costa e Oliveira (2007) e Pennington (2009) indicam que isso ocorre devido ao crescimento desordenado da cidade de Manaus, onde a expansão da área urbana ocorreu sem um planejamento adequado, ignorando aspectos naturais e socioeconômicos, caracterizando-se como uma ocupação espontânea.

Em relação à forma de ocupação dos bairros Gilberto Mestrinho e Jorge Teixeira, é possível destacar diversos fatores que contribuem para o desencadeamento de processos erosivos. Entre eles estão o traçado das ruas, o sistema de drenagem urbana (que inclui o descarte de águas servidas e pluviais), e a questão dos resíduos sólidos.

Nesse sentido é possível constatar a presença de tubulações de esgoto doméstico (Figura 17) que tem como seu destino a voçoroca, carregando água e outros dejetos para o interior da mesma, potencializando assim seu crescimento. Além da presença notória de resíduos sólidos do tipo domiciliares (restos de alimentos, embalagens) que são despejados na incisão diariamente por parte da população, em uma tentativa equivocada de conter a incisão, o que caracteriza a voçoroca como uma lixeira “viciada”, fato é que essa ação gera preocupação, uma

vez que os resíduos são materiais inconsolidados e em decomposição e não oferecem resistência para que o processo erosivo seja interrompido, além de propagar odores e atrair animais e insetos nocivos à saúde humana (ex: ratos e baratas) podendo contribuir para o aumento de problemas de saúde para a população do entorno.

Figura 17- Tubulações de esgoto doméstico



Fonte: Autor, 2020.

No que compreende a feições erosivas é possível identificar a presença de marmitas erosivas (retângulo vermelho) (Figura 18), que denunciam atividade, além da presença de cicatrizes de movimentos de massas, expressa pelo pontos de coloração mais “viva” nas paredes das voçorocas (Pontilhado vermelho).

Figura 18 Feições erosivas

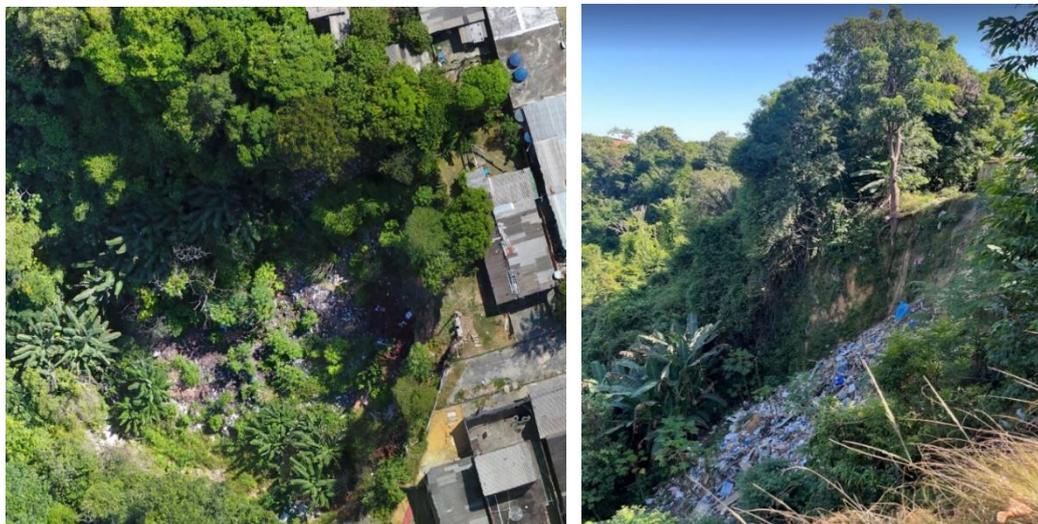


Fonte: Autor, 2024.

4.1.3 Voçoroca 03 (Rua J).

A voçoroca 03 (Figura 19), situada nas coordenadas 3° 2'58.00" Latitude, sul (S)/ 59°55'17.23" Longitude, oeste (W), Rua J, bairro Jorge Teixeira, zona leste da cidade de Manaus (Figura 18), cadastrada inicialmente por Vieira (2008) e Frota Filho (2016; 2022) posteriormente Molinari (2023).

Figura 19 - Voçoroca Rua J, Bairro Jorge Teixeira



Fonte: Autor, 2024

No que tange suas características morfológicas (Tabela 03), a voçoroca está localizada sobre uma encosta do tipo convexa-divergente (Frota Filho, 2016), conta com uma declividade de 27,61° (50,18%) é classificada como sendo do tipo conectada segundo modelo de Oliveira (1989) já que a mesma apresenta ligação com o fundo de vale. Sua forma é retangular, conforme a classificação de Vieira (2008) sua orientação SW-NE. Na cabeceira, a cota altimétrica da feição é de 92 m, já no seu interior é de 80 m. Além disso, não foi possível constatar a presença de feições erosivas.

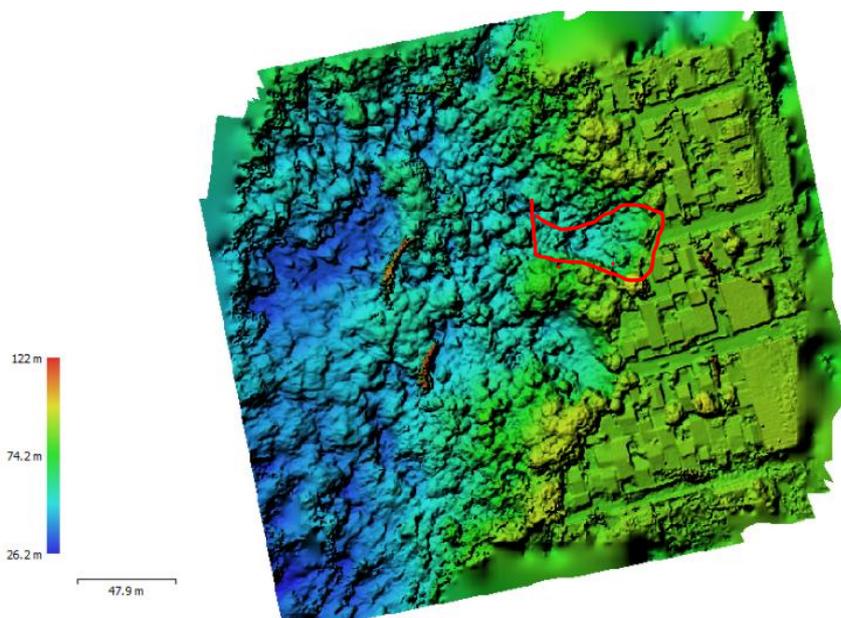
Tabela 03 - Características Morfológicas da Voçoroca Rua J.

Voçoroca	Orien.	Volume Erodido (m ³)	Distan. Casas (m)	Compri. Médio (m)	Lar. Média (m)	Profun. Média (m)	Tamanho
Rua J	SW-NE	11.681,253	5	25,61	38,01	12	Média

Fonte: Autor, 2024.

Com o MDE do local (Figura 20) é possível perceber a proximidade da voçoroca com canais de drenagem da área.

Figura 20- MDE da voçoroca Rua J.



Fonte: Autor, 2024.

No que compreende o surgimento da voçoroca, pode-se destacar, para além das áreas de contatos destacadas por Molinari (2023), o traçado das ruas. As ruas nos bairros Gilberto Mestrinho e Jorge Teixeira, devido ao relevo da região, são naturalmente mais íngremes, o que facilita o escoamento das águas pelas laterais. Isso aumenta a energia cinética das águas devido à grande inclinação, o que pode causar impactos significativos ao atingir a parte inferior da encosta.

Vieira (2008) destaca que uma rede de drenagem urbana bem estruturada visa remover rapidamente a água do local para outro ponto. No entanto, em Manaus, devido à má aplicação dessa prática, surgem consequências como o aumento do potencial erosivo.

Quando as águas pluviais e/ou servidas seguem o traçado das ruas, elas são direcionadas para os fundos de vale (Figura 21). Devido à combinação da topografia local com sistemas de drenagem mal construídos, essas águas chegam até a meia encosta, onde há uma descontinuidade entre a estrutura de concreto da canaleta e o solo, o que desencadeia processos erosivos.

Figura 21 - Drenagem da rua desviada para a voçoroca.



Fonte: Autor, 2024.

Além disso, esses bairros possuem ruas que terminam nas bordas de voçorocas, nessas situações, apesar da interdição da rua, o fluxo de águas servidas continua em direção à incisão, contribuindo para sua expansão. Foi observado também que a incisão é utilizada como local para o despejo de resíduos sólidos pela população local.

4.2 DESCREVER OS TIPOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS DESPEJADOS NAS INCISÕES

Este ponto do trabalho tem como objetivo principal discutir os principais tipos de resíduos sólidos encontrados no interior das voçorocas da bacia hidrográfica Colônia Antônio Aleixo, a fim de constatar a existência ou não de padrões na composição dos resíduos sólidos, identificar os agentes que contribuem para esta prática, bem como suas motivações. Para isso foram coletados o quantitativo parcial de 100 quilogramas (KG) de resíduos sólidos, baseados nos padrões da norma regulamentadora 10.000/07 (ABNT, 2007), este montante corresponde ao total de 3 (três) voçorocas analisadas, sendo elas a voçoroca nº1 (Rua Cobra d'água - 3° 2'59.84" S - 59° 55 '17.52" O -) localizada na comunidade Santa Inês, bairro Jorge Teixeira, zona leste da cidade de Manaus, voçoroca nº2 (Rua Autazes - 3° 3'27.73" S 59°55'48.58" O –) localizada no bairro Gilberto Mestrinho, zona leste, voçoroca nº3 rua J - S 03° 2'54.45" W 59° 55'19.29" – Jorge Teixeira

4.2.1 Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Cidade de Manaus.

O manejo de resíduos sólidos da cidade de Manaus fica a cargo da Secretaria Municipal de Limpeza Pública - SEMULSP, é o órgão responsável pela gestão dos serviços de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública no Município de Manaus. Integram os serviços de Limpeza Pública: Varrição, Capinação e Roçagem, Jardinagem. Poda e Corte de árvore, Pintura de guias, Limpeza de igarapés, Limpeza de terminais rodoviários e banheiros. Já os serviços de Coleta, Transporte e Disposição Final dos Resíduos Sólidos de Manaus ocorrem por meio de terceirização, no qual são prestados por meio de duas empresas (Tumpex e Marquise Ambiental) enquanto os serviços de Limpeza Pública são realizados diretamente pela Secretaria e também por uma empresa contratada via licitação. O planejamento, a regulação e a fiscalização dos dois serviços são atividades de responsabilidade da Subsecretaria de Operações - SUBOP, órgão vinculado à SEMULSP. As ações de Conscientização e Educação Ambiental na cidade são realizadas pela Comissão Especial de Divulgação e Orientação da Política de Limpeza Pública (CEDOLP), órgão da SEMULSP, o qual realiza atividades de multiplicação de conhecimento e orientação em relação aos métodos da coleta convencional e seletiva, em todas as zonas urbanas, inclusive em relação à conservação e manutenção de higiene dos espaços públicos, bem como orientação quanto ao manuseio e destino dos resíduos dos serviços de saúde e da construção civil (Manaus, 2013).

De acordo com o relatório das atividades da Secretaria Municipal de Limpeza Pública (SEMULSP), em 2021 na cidade de Manaus foram coletadas 836.906 toneladas de resíduos

sólidos, a coleta domiciliar foi responsável parcela significativa, 567.842 toneladas de resíduos, somando uma geração per capita de 1,016 Kg por dia (Manaus, 2021).

Os serviços de Coleta e Transporte de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) são executados por duas concessionárias (Tumpex e Marquise Ambiental) e estão subdivididos, conforme contrato de concessão, em cinco modalidades descritas no (Quadro 07).

Quadro 07 - Modalidades contratuais de Coleta executadas pelas Concessionárias

Modalidades	Descrição
Coleta Domiciliar	Recolhe resíduos de domicílios, pequenas indústrias, comércio, bancos, escolas, e outros locais seguindo roteiros previamente definidos. É realizado na área urbana de Manaus e nas principais comunidades e ramais ao longo das rodovias AM 010 e BR 174, além da bacia do Tarumã Quanto à frequência, na área urbana a coleta é realizada diariamente e nas rodovias e ramais em dias alternados; já na bacia do Tarumã, a coleta é fluvial e realizada uma vez por semana.
Remoção Mecânica	Resíduos que não podem ser recolhidos de forma manual e que não sejam domiciliares, atividade realizada quando da realização de mutirões de limpeza em localidades de Manaus e Igarapés e outros logradouros públicos.
Remoção Manual	Recolhe resíduos depositados fora do horário de coleta regular e pontos de lixo de difícil acesso localizados na cidade
Coleta de Poda	Atividade executada após os serviços de poda e roçagem. Tais resíduos, quando no aterro, são encaminhados à compostagem para serem transformados em composto orgânico.

Coleta seletiva	Esta modalidade caracteriza-se por cinco estratégias de execução da coleta: Coleta nos Pev's, Coleta no Centro, Coleta Agendada, Coleta no Galpão da Logística Reversa, Coleta nas Associações e Cooperativas apoiadas pela SEMULSP.
-----------------	--

Fonte: Manaus, 2021.

A tabela (04) apresenta dados da coleta de resíduos sólidos em Manaus no período de janeiro a dezembro de 2021, A SEMULSP foi responsável pelo recolhimento de 836.906 toneladas de Resíduos Sólidos Urbanos, com média diária de 2.292,9 toneladas e uma coleta per capita de 1,016 Kg por dia. A Coleta Domiciliar foi responsável pelo recolhimento de 567.842 toneladas, com uma participação de 67,9 % em relação ao total de resíduos coletados. Cada manauara produziu em média 690 gramas por dia de resíduo no seu domicílio. Já o sistema de Coleta Seletiva coletou, em 2021, 12.320 toneladas de recicláveis com uma média diária de 40,1 toneladas (Manaus, 2021).

Tabela 04 - Indicadores de resíduos sólidos coletados em Manaus em 2021.

Modalidade	Quantidade coletada (toneladas)	Média diária (tonelada)	Participação Relativa em relação ao total coletado	Coleta per capita Kg/hab. Dia
Coleta Domiciliar	567.842	1.555,7	67,85%	0,690
Remoção Mecânica	114.346	67,7	13,66%	0,139
Remoção Manual	131.383	360,0	15,70%	0,160
Coleta de Poda	11.015	31,0	1,32%	0,013
Coleta Seletiva	12.320	40,1	1,47%	0,015
Total	836.906	2.292,9	100,0%	1,016

Fonte: Manaus, 2021.

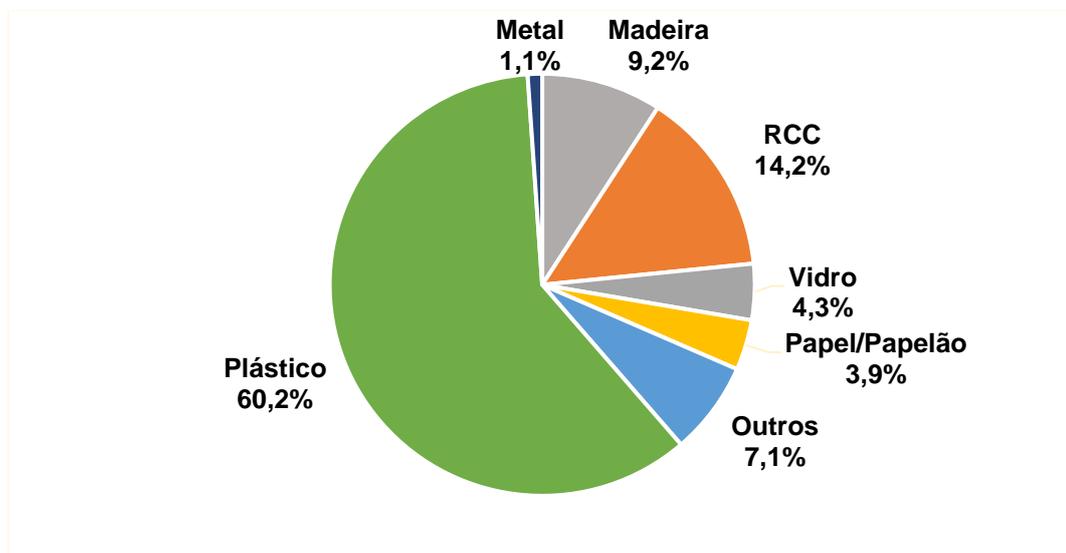
Ainda neste período, o custo com os serviços de coleta e a disposição final de lixo gerenciado pelas duas concessionárias alcançou o quantitativo de R\$ 279.788.705,90, o que

equivale uma média mensal de R\$ 23.315.725,49, e um custo de R\$ 124,03 por habitante (Manaus, 2021).

4.2.2 Voçoroca 01 – Cobra D' Água.

Neste ponto de coleta, foram retirados da voçoroca 97,5 quilogramas (KG) de resíduos sólidos, onde, 40,59 quilogramas (KG) foram analisados. A composição gravimétrica disposta na Comunidade Santa Inês, situada no bairro Jorge Teixeira, aponta para um predomínio do plástico (60,2%) (Gráfico 01). É possível identificar uma proporção significativa de cerâmica (14,2%), vidro (4,3%), madeira (9,2%), metal (1,1%) e outros materiais (7,1%) - esta última categoria contempla casos em que não foi viável determinar a origem do material constituinte durante o processo de segregação gravimétrica.

Gráfico 01 - Resíduos Sólidos coletados na voçoroca 01 – Cobra D' Água.



Fonte: Autor, 2023.

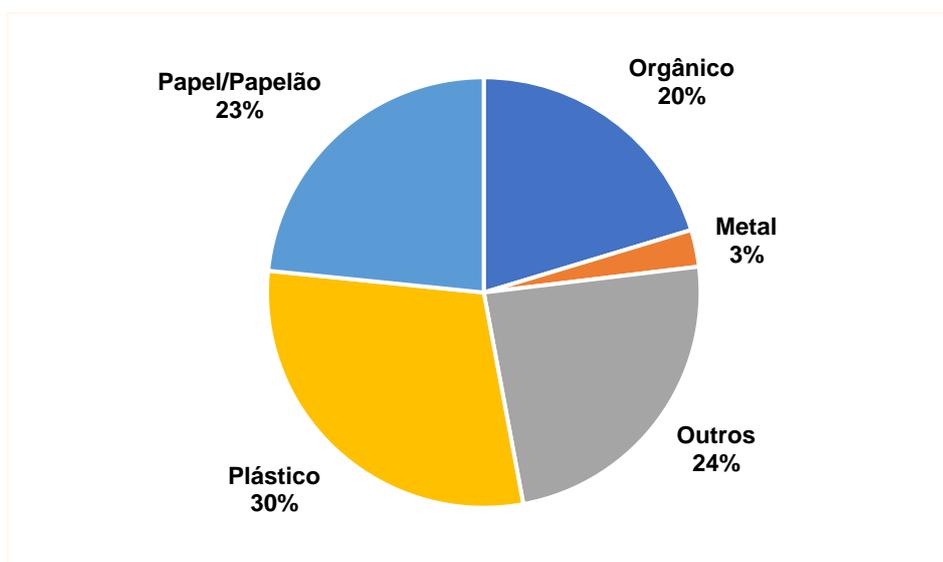
A observação empírica constatada aponta para a configuração de um tipo peculiar de descarte residencial irregular nesse local específico de disposição de resíduos, possivelmente feito por indivíduos não residentes. Isso é evidenciado pelo incorreto descarte de uma variedade de resíduos atípica em relação aos outros locais de análise. Esses resíduos incluem itens eletrônicos (placas de televisores e caixas de som), produtos cerâmicos (tampas de caixas acopladas de vasos sanitários, fragmentos de pisos e revestimentos), componentes metálicos (cilindro metálico, latas), elementos de madeira (pallets, caixotes, tábuas, ripões, paus de escora), recipientes de vidro (garrafas, frascos de remédios), artigos plásticos (malas em polipropileno, mangueiras, colchões) e até acessórios automotivos (pneus, capacetes). Essa

diversidade de material justifica, portanto, a presença regular de catadores independentes atuando no local.

4.2.3 Voçoroca 02 – Rua Autazes.

Neste ponto de coleta, o quantitativo de resíduos retirados da voçoroca chegou a 90,4 quilogramas (KG), onde 31,05 (KG) foram analisados. Os resíduos foram coletados em três diferentes níveis: 1) Topo; 2) Meio e 3) Base da voçoroca. Após a segregação e pesagem de cada categoria, foi observado um destaque significativo para a categoria de plástico (30%) em relação às outras cinco categorias: Outros (24%); Papel/papelão (23%); Orgânico (20%) e metal (3%) (Gráfico 02). Ademais, este ponto de coleta chama atenção pela grande participação do resíduo orgânico frente aos demais.

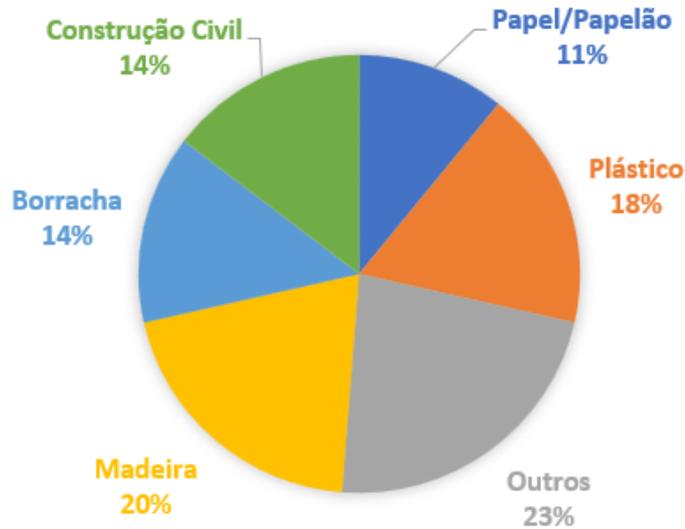
Gráfico 02 - Resíduos Sólidos coletados na voçoroca 02 – Rua Autazes.



Fonte: Autor, 2023.

4.2.4 Voçoroca 03 - Rua J.

No terceiro ponto de coleta foram retirados o quantitativo de 92,5 quilogramas (KG), onde 32,2 Kg foram analisados (Gráfico 03). A análise da composição dos resíduos sólidos apresentada, está distribuída entre Papel/Papelão (11%), Plástico (18%), Outros (23%), Madeira (20%), Borracha (14%) e Construção Civil (15%). Evidencia um panorama diversificado dos material descartados, refletindo os desafios enfrentados na gestão de resíduos em contextos urbanos. A distribuição percentual aponta para uma necessidade de estratégias específicas para cada tipo de resíduo, considerando seu potencial de reaproveitamento, reciclagem ou tratamento adequado.

Gráfico 03 - Análise gravimétrica da voçoroca 03 – Rua J.

Fonte: Autor, 2024.

A análise gravimétrica permite identificar e quantificar, em termos percentuais, os diferentes tipos de materiais presentes nos resíduos. Além disso, contribui para a identificação de material de maior impacto ambiental, ajudando a estabelecer prioridades para redução, reaproveitamento e disposição adequada. No contexto de áreas específicas, como voçorocas, a análise gravimétrica auxilia na avaliação dos impactos ambientais e na elaboração de medidas de mitigação para minimizar os danos causados por cada classe de resíduos depositados nesses locais. Nas áreas estudadas, a disposição final da gravimetria, somando todas as classes, aponta para um destaque do plástico frente as demais (Quadro 08 e 09).

Quadro 08 - Tipos de Resíduos.

Tipos de Resíduos	Percentual (%)
Plástico	36%
Outros	18%
Papel/Papelão	13%
Madeira	10%
Orgânico	7%
Borracha	5%
Construção Civil	10%
Metal	1%
Vidro	1%

Fonte: Autor, 2024.

Quadro 09 - Tipos de Resíduos por Voçoroca.

Tipos de Resíduos	Voc 1 (%)	Voc 2 (%)	Voc 3 (%)	Total (%)
Metal	1,1	3	-	1,37
Vidro	4,3	-	-	1,43
Borracha	-	-	14	4,67
Construção civil	-	-	14	4,67
- Cerâmica	14,2	-	-	4,73
Orgânico	-	20	-	6,67
Madeira	9,2	-	20	9,73
Papel / Papelão	3,9	23	11	12,63
outros	7,1	24	23	18,03
Plástico	60,2	30	18	36,07
Total	79,8	53	100	100

Fonte: Autor, 2025.

4.2.4. Análise Comparativa dos Resíduos Sólidos Urbanos em Manaus, na Zona Leste e em Áreas de Voçorocas.

A cidade de Manaus, capital do estado do Amazonas, enfrenta desafios significativos na gestão de seus resíduos sólidos urbanos (RSU). Com uma população superior a 2,1 milhões de habitantes, a cidade gera mais de um milhão de toneladas de lixo anualmente, que são majoritariamente depositadas em um aterro sanitário cuja vida útil está prevista para se esgotar em 2024 (Rodrigues et al., 2023).

Os dados indicam que aproximadamente 56,71% dos resíduos são recicláveis, 25,04% correspondem a matéria orgânica e 13,78% são rejeitos. O peso específico aparente dos RSU em Manaus foi estimado em 73,68 kg/m³, um valor inferior à média nacional (231 kg/m³), refletindo uma composição predominantemente leve, com alto volume de plásticos e papelão (Rodrigues et al., 2023).

Em uma análise gravimétrica anterior, Andrade (1997) identificou uma composição diferente dos resíduos em Manaus, destacando a presença de 58,69% de matéria orgânica, 18,94% de papel/papelão, 8,62% de plásticos, 4,3% de metais e 2,18% de vidro. A diferença nos percentuais ao longo das décadas sugere uma transição no padrão de consumo e descarte

na cidade, com um aumento significativo da proporção de materiais recicláveis e uma redução dos resíduos orgânicos.

A Zona Leste, uma das mais populosas da cidade, possui uma composição de resíduos que reflete tanto padrões de consumo quanto deficiências na gestão dos resíduos. Dois estudos são relevantes para essa região: Rodrigues et al. (2023) e Souza (2014). Os dados desses estudos mostram algumas diferenças e tendências ao longo do tempo.

- Rodrigues et al. (2023): A fração de matéria orgânica é 24,3%, enquanto os recicláveis correspondem a 56,71%, com destaque para plástico (34,8%), papel/papelão (18,6%) e metais (6,1%). O peso específico aparente é 76,72 kg/m³.
- Souza (2014): O estudo indica uma maior presença de matéria orgânica (27,56%) e uma menor fração de recicláveis (48,47%). O plástico aparece distribuído entre PET (5,84%), PEAD (4,25%), PEBD (2,99%) e PP/PE (6,29%), totalizando 19,37% de plásticos.

O quadro 10 a seguir apresenta uma comparação entre os dados da Zona Leste (Souza, 2014 e Rodrigues et al., 2023), os resíduos encontrados em áreas de voçorocas e os dados de Andrade (1997) para Manaus:

Quadro 10: Resíduos da cidade Manaus, zona Leste e áreas de voçorocas.

Categoria	Andrade (1997) (%)	Souza (2014) (%)	Rodrigues et al. (2023) (%)	Voçorocas (%)
Matéria Orgânica	58,69%	27,56%	24,3%	7%
Recicláveis (Total)	34,57%	48,47%	56,71%	36%
- Papel/Papelão	18,94%	18,56%	18,6%	13%
- Plástico (Total)	8,62%	19,37%	34,8%	36%
Metais	4,3%	5,24%	6,1%	1%
Vidro	2,18%	3,19%	4,0%	1%
Madeira	2,93%	2,08%	0,6%	10%

Fonte: Andrade (1997); Souza, (2014); Rodrigues et al., (2023); Autor (2025).

A análise dos dados de Andrade (1997), Souza (2014) e Rodrigues et al. (2023) revela uma redução significativa na proporção de matéria orgânica em Manaus, que passou de 58,69% em 1997 para 24,3% em 2023. Isso pode indicar mudanças nos hábitos alimentares e maior consumo de produtos industrializados. Por outro lado, a quantidade de materiais recicláveis aumentou expressivamente, especialmente plásticos, que passaram de 8,62% para 34,8%, refletindo o impacto do consumo de embalagens descartáveis. A comparação com as voçorocas confirma que essas áreas têm uma composição distinta, com maior volume de entulho e madeira, característicos de descarte irregular. Esse fenômeno reflete a falta de infraestrutura adequada para gestão de resíduos.

4.2.5 Plástico.

O plástico constitui a principal fração dos resíduos encontrados em áreas de voçorocas, representando 36% do total de materiais descartados nessas regiões (Figura 22). Essa predominância reflete o perfil domiciliar das fontes de resíduos nessas áreas e a crescente dependência da sociedade moderna por produtos embalados. De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), o plástico faz parte do grupo de resíduos domiciliares, enquanto a NBR 10.000/2004 o classifica como resíduo não perigoso, embora sua persistência ambiental e baixo índice de biodegradabilidade sejam fatores preocupantes.

A evolução da presença do plástico nos resíduos de Manaus é notável ao longo das décadas. Segundo Andrade (1997), os plásticos representavam apenas 8,62% dos resíduos urbanos da cidade. Em contraste, Rodrigues et al. (2023) apontam um crescimento expressivo desse material, atingindo 34,8% na Zona Leste de Manaus. Esse aumento expressivo está diretamente relacionado à expansão da indústria de embalagens descartáveis e ao maior consumo de produtos industrializados. Estudos recentes indicam que, nas voçorocas, os resíduos plásticos são compostos majoritariamente por PET (garrafas de refrigerante), PEAD (embalagens de detergentes e tampas) e PEBD (sacos de lixo e sacolas plásticas) (Molinari, 2023).

O aumento da presença do plástico nos resíduos também pode ser atribuído à pandemia da COVID-19, que elevou significativamente o consumo de materiais plásticos descartáveis, como máscaras, luvas e embalagens para delivery (Situba, 2022). A Associação Brasileira da Indústria do Plástico (ABIPLAST) identifica a existência de 17 tipos distintos de plástico, cada um com propriedades específicas de resistência, flexibilidade e permeabilidade. O PET, por exemplo, é um material resistente a impactos, possui baixa permeabilidade a gases e apresenta

um ponto de fusão em torno de 265°C, tornando-se amplamente utilizado para armazenamento de líquidos e produtos alimentícios.

Figura 22 - Plástico recolhido na coleta.



Fonte: Autor.

A gestão inadequada desses resíduos plásticos representa um grande desafio ambiental. Sua acumulação pode obstruir cursos d'água, contribuir para a formação de microplásticos e dificultar os processos de decomposição natural. Diante desse cenário, é fundamental reforçar as estratégias de reciclagem, estimular o consumo consciente e fortalecer a infraestrutura de coleta seletiva, visando minimizar os impactos ambientais da poluição plástica e promover um modelo mais sustentável de gestão de resíduos.

4.2.5 Outros.

Compreendendo um total de 18% do volume de resíduos, o agrupamento denominado de "outros" ocupou o segundo posto em termos de representatividade nas áreas de coleta. O termo "outros" é atribuído às amostras nas quais não foi possível determinar com precisão a fonte de sua composição material durante o processo de segregação gravimétrica. Dessa forma, foi observada a existência de fragmentos de tecido, elementos de dispositivos computacionais, entre outras origens não identificadas (Figura 23). Importa salientar que, de acordo com as diretrizes estabelecidas pela NBR 10.004/2004, esses resíduos são classificados como não perigosos.

Figura 23 - Amostras sem classificação classificados como outros.



Fonte: Deivison C. Molinari, 2018.

4.2.6 Papel.

O papel representa uma parcela significativa dos resíduos encontrados tanto em áreas de voçorocas quanto na Zona Leste de Manaus, refletindo o consumo de materiais impressos e embalagens de papelão. Nas voçorocas, esse material corresponde a 13% do total coletado (Figura 24), enquanto na Zona Leste de Manaus, os estudos indicam percentuais ligeiramente superiores, com 18,56% em Souza (2014) e 18,6% em Rodrigues et al. (2023). Durante o processo de recolhimento, foram identificados itens como fraldas descartáveis, papelão e folhas A4, destacando tanto resíduos comerciais quanto domésticos. Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), o papel está incluído nessas duas categorias, e, conforme a NBR 10.004/2004, é considerado um resíduo não perigoso.

A evolução da composição dos resíduos demonstra uma redução na proporção de papel em Manaus ao longo das décadas. Segundo Andrade (1997), o papel representava 18,94% dos resíduos na cidade, percentual semelhante ao encontrado nas investigações mais recentes na Zona Leste, mas superior ao percentual registrado nas voçorocas. Esse declínio nas áreas degradadas pode estar relacionado ao aumento do consumo de plásticos e embalagens sintéticas, que substituíram produtos anteriormente fabricados em papel ou papelão. Molinari

(2023) identificou que o papel ocupa a segunda posição entre os resíduos predominantes nas voçorocas, com uma média de 17,8 kg coletados por localidade.

Apesar dessa variação percentual, o papel continua sendo um material altamente reciclável. De acordo com a Associação Nacional dos Aparistas de Papel (ANAP), o Brasil reciclou 66,9% de sua produção de papel em 2019, colocando o país entre os maiores índices mundiais. Esse dado reforça a necessidade de fortalecer programas de coleta seletiva e reciclagem, visto que grande parte desse material descartado poderia ser reaproveitada, reduzindo a pressão sobre os aterros sanitários e minimizando o impacto ambiental das voçorocas e das regiões urbanas da cidade.

No entanto, a gestão inadequada do papel (Figura 23) também levanta questões relacionadas ao descarte de fraldas descartáveis e papel contaminado, que dificultam o processo de reciclagem. Dessa forma, a separação correta dos materiais recicláveis e a conscientização sobre o descarte adequado são essenciais para otimizar o reaproveitamento desse recurso tanto em áreas urbanas quanto em regiões degradadas. A evolução da composição dos resíduos em Manaus demonstra que, embora o papel tenha perdido espaço para os plásticos, ele ainda ocupa uma posição relevante nos resíduos sólidos urbanos.

Figura 24 - Amostras de Papel coletada.



Fonte: Autor.

4.2.7 Orgânico.

A fração orgânica corresponde a 7% dos resíduos coletados nas áreas de voçorocas, ocupando a quinta posição em termos quantitativos (Figura 25). Durante o processo de recolhimento, observou-se uma abundância de cascas de frutas, vegetais e restos de alimentos, caracterizando um descarte predominantemente doméstico. Segundo a NBR 10.004/2004, os resíduos orgânicos são classificados como não perigosos, embora seu descarte inadequado possa gerar impactos ambientais significativos, como a produção de chorume e emissões de gases do efeito estufa.

O percentual de matéria orgânica encontrado nas voçorocas contrasta fortemente com os dados históricos de Manaus. Em 1997, Andrade identificou que a fração orgânica predominava entre os resíduos sólidos urbanos da cidade, representando 58,69% do volume total. No entanto, estudos mais recentes indicam uma queda substancial desse percentual. Em 2014, Souza registrou 27,56% de matéria orgânica na Zona Leste de Manaus, enquanto Rodrigues et al. (2023) apontam um valor ainda menor, 24,3%. Essa redução sugere mudanças nos hábitos alimentares da população e uma possível melhora na separação dos resíduos.

Segundo Molinari (2023), também em áreas de voçorocas, os resíduos orgânicos ocupam a terceira posição entre os resíduos predominantes, com uma média de 11,32 kg coletados por localidade. Essa quantidade, embora significativa, reforça a diferença entre os resíduos urbanos comuns e aqueles encontrados em áreas degradadas, onde a predominância de materiais inorgânicos, como plásticos e papéis, reflete o perfil do descarte inadequado nessas regiões.

Diante desse cenário, a gestão adequada dos resíduos orgânicos torna-se fundamental para reduzir impactos ambientais e promover práticas sustentáveis. Estratégias como compostagem doméstica, coleta seletiva para produção de adubo e redução do desperdício alimentar são essenciais para minimizar o descarte desnecessário dessa fração. Além disso, políticas públicas que incentivem a reciclagem de resíduos orgânicos podem contribuir para um sistema de gestão de resíduos mais eficiente e ambientalmente responsável. A análise dos resíduos orgânicos em Manaus e nas voçorocas demonstra uma redução progressiva dessa fração ao longo das décadas, com uma mudança significativa no perfil dos resíduos urbanos.

Figura 25 - Material Orgânico.

Fonte: Autor.

4.2.7 Metal.

Os resíduos metálicos representam uma fração reduzida dos resíduos coletados em áreas de voçorocas, correspondendo a 1% do total (Figura 26). Durante o processo de segregação desse material, observou-se a predominância de latas de alumínio, um item amplamente consumido e descartado pela população. Segundo a Associação Brasileira do Alumínio (ABAL, 2019), o ciclo de vida desse material inicia-se com a extração do minério de bauxita, refinado até ser transformado em alumínio metálico. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) classifica o alumínio como resíduo industrial, enquanto a ABNT NBR 10.004/2004 o categoriza como resíduo perigoso devido ao seu potencial impacto ambiental caso descartado inadequadamente.

Comparando com dados históricos, Andrade (1997) identificou que os metais, incluindo o alumínio, representavam 2,18% dos resíduos na cidade de Manaus, um percentual superior ao registrado atualmente nas voçorocas. Esse declínio pode estar relacionado ao aumento da reciclagem do alumínio, impulsionado pelo alto valor comercial desse material e pelos sistemas de logística reversa.

Na Zona Leste de Manaus, a presença de metais tem se mantido relativamente estável ao longo dos anos. Souza (2014) identificou uma fração de 5,24%, enquanto Rodrigues et al. (2023) registraram um leve aumento, chegando a 6,1%. Essa variação indica que, embora os

metais representem uma parcela menor dos resíduos urbanos em comparação com plásticos e papel, eles continuam sendo recicláveis de alto valor e frequentemente reaproveitados por catadores e cooperativas.

Segundo Molinari (2023), os metais ocupam a quarta posição entre os resíduos predominantes nas voçorocas, com uma média de 10,28 kg coletados por localidade. Essa quantidade reflete a presença contínua de resíduos metálicos nessas áreas, apesar de seu menor percentual total.

O descarte inadequado de metais pode gerar impactos ambientais significativos, especialmente na contaminação do solo e da água subterrânea. Metais pesados, como chumbo e mercúrio, são particularmente preocupantes devido à sua toxicidade e persistência no meio ambiente. Embora o alumínio seja menos tóxico, sua corrosão libera íons metálicos que podem alterar o pH do solo e afetar a absorção de nutrientes pelas plantas, além disso, os metais descartados sem tratamento podem reagir com substâncias presentes no solo, formando compostos tóxicos que prejudicam microrganismos essenciais para a fertilidade da terra, já nas áreas de voçorocas, onde a erosão já é um problema grave, a contaminação do solo por metais pode agravar ainda mais a degradação ambiental, dificultando a regeneração natural da vegetação (Silva et al, 2019). Ademais, um fator agravante está nas voçorocas, uma vez que as mesmas são do tipo conectada, o que tende a agravar este cenário, dado que os materiais são facilmente carregados para corpos hídricos.

A análise dos resíduos metálicos em Manaus e nas voçorocas evidencia uma redução na fração de metais ao longo das décadas, o que pode ser atribuído ao avanço da reciclagem, especialmente do alumínio. No entanto, a presença desse material nas voçorocas sugere a necessidade de maior controle e conscientização sobre o descarte adequado, garantindo que os metais continuem sendo reaproveitados de forma sustentável e evitando a contaminação do solo e da água.

Figura 26 - Alumínio coletado.

Fonte: Autor.

4.2.8 Madeira.

A madeira (Figura 27) representa 10% dos resíduos coletados nas voçorocas estudadas, sendo classificada pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) como parte dos resíduos sólidos urbanos. Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), resíduos orgânicos, incluindo restos de madeira, correspondem a 45,3% dos resíduos sólidos urbanos, mas apenas 0,2% são reciclados ou reaproveitados, evidenciando um grande potencial de recuperação desse material.

Figura 27 – Madeira coletada.

Fonte: Autor, 2024.

A presença de madeira nos resíduos de Manaus tem aumentado ao longo dos anos. Em 1997, Andrade registrou que esse material representava 2,93% dos resíduos urbanos. Em 2016, esse percentual subiu para 3,6%, conforme dados da Secretaria do Meio Ambiente (SEMMAS), refletindo um possível crescimento no consumo de produtos derivados da madeira e no descarte inadequado de resíduos de construção e móveis.

Na Zona Leste de Manaus, a madeira tem uma presença menos expressiva nos resíduos urbanos quando comparada às voçorocas. Souza (2014) identificou um percentual de 2,08%, enquanto Rodrigues et al. (2023) registraram uma redução ainda maior, chegando a apenas 0,6%. Essa discrepância pode ser explicada pela destinação mais frequente da madeira para reaproveitamento ou queima, ao contrário do que ocorre em áreas degradadas, onde o material acaba sendo descartado irregularmente.

O descarte de madeira em voçorocas pode ocorrer por diferentes fatores, incluindo restos de obras, móveis descartados e vegetação arrancada pelo processo erosivo. Além disso, em áreas urbanas e periurbanas, é comum que resíduos de construção civil e resíduos orgânicos sejam depositados de forma inadequada, contribuindo para a presença de madeira nesses locais. Outro fator importante é o transporte da madeira pela água das chuvas, que carrega materiais leves e flutuantes para o interior das voçorocas. Isso pode obstruir canais de drenagem, dificultar o escoamento da água e favorecer a proliferação de pragas, como roedores e insetos, agravando os impactos ambientais dessas áreas.

4.2.10 Vidro.

A presença de vidro em áreas de voçorocas foi registrada com uma proporção de 1%, enquanto nos estudos realizados por Andrade (1997), esse material representava 2,18% dos resíduos urbanos de Manaus. Em 2016, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMMAS) registrou que o vidro correspondia a 2% dos resíduos gerados na cidade. Embora sua presença seja menos expressiva do que a de plásticos e papel, fragmentos de vidro podem ser encontrados em voçorocas, especialmente em áreas urbanas com intensa interferência humana, sendo provenientes do descarte de garrafas, recipientes e outros objetos descartados por residências e comércios.

Na Zona Leste de Manaus, o vidro também apresenta uma baixa incidência. Souza (2014) registrou um percentual de 3,19%, enquanto Rodrigues et al. (2023) indicaram uma leve redução para 4%. Esses dados sugerem que o vidro, apesar de ser um resíduo reciclável, ainda é descartado de forma inadequada em algumas localidades, refletindo deficiências na coleta seletiva e na destinação adequada desse material.

A resistência do vidro ao intemperismo e sua baixa biodegradabilidade fazem com que ele seja um material altamente persistente no ambiente, mesmo sob condições severas de erosão. Além disso, sua presença pode trazer riscos ambientais e de segurança, especialmente em áreas onde o solo é utilizado para atividades humanas. O acúmulo de vidro também pode alterar a dinâmica do solo e sua capacidade de infiltração de água, agravando processos erosivos e dificultando a regeneração da vegetação local.

A distribuição do vidro nas áreas de voçorocas pode estar relacionada ao perfil socioeconômico das comunidades próximas. Segundo Miguel et al. (2016), o vidro é um tipo de resíduo mais associado a áreas urbanas nobres, onde há maior consumo de produtos embalados em vidro, como bebidas e cosméticos, típicos de populações com maior poder aquisitivo. Esse padrão contrasta com a realidade observada em áreas próximas às voçorocas, geralmente ocupadas por populações economicamente vulneráveis, onde predominam resíduos como orgânicos, plásticos e papel, refletindo um consumo mais restrito a produtos embalados em vidro.

A menor incidência de vidro em áreas de voçorocas pode ser atribuída tanto ao baixo consumo de produtos nesse tipo de embalagem quanto à falta de infraestrutura de coleta seletiva, o que limita o descarte adequado e a reciclagem desse material nessas comunidades. A presença reduzida de vidro em voçorocas e sua distribuição desigual entre diferentes regiões de Manaus refletem não apenas padrões de consumo, mas também desafios estruturais na gestão de resíduos sólidos urbanos.

4.2.11 Borracha.

A análise dos resíduos coletados em áreas de voçorocas identificou que a borracha (Figura 28) representou 5% do total. Esse material, frequentemente derivado de pneus descartados e outros produtos de borracha, reflete a carência de políticas efetivas de gestão de resíduos, especialmente em áreas periféricas de Manaus. Andrade (1997) apontou que a borracha representava apenas 0,53% dos resíduos urbanos na cidade, indicando um crescimento expressivo desse resíduo ao longo das décadas.

Na Zona Leste de Manaus, não há dados específicos sobre a fração da borracha nos resíduos urbanos nos estudos de Souza (2014) e Rodrigues et al. (2023). No entanto, considerando que a borracha tem baixa biodegradabilidade e um ciclo de vida prolongado, sua presença nesses locais pode estar subestimada devido à falta de infraestrutura de coleta seletiva.

A destinação inadequada de pneus e outros resíduos de borracha contribui para o acúmulo desse material em áreas suscetíveis à erosão, como as voçorocas. De acordo com

Souza et al. (2021), a logística reversa de pneus no Brasil ainda enfrenta desafios para alcançar municípios da Amazônia, apesar das iniciativas nacionais de reciclagem, como a produção de pisos industriais e asfalto modificado.

Figura 28 – Borracha coletada.



Fonte: Autor, 2024.

Além disso, a ausência de infraestrutura de coleta e reciclagem em bairros periféricos de Manaus agrava o descarte inadequado, tornando a borracha um resíduo persistente no ambiente. Seu acúmulo pode obstruir canais de drenagem, favorecer a proliferação de vetores de doenças (como mosquitos da dengue) e contribuir para a degradação ambiental dessas áreas vulneráveis.

4.2.12 Resíduos da Construção Civil.

Os RCC (Figura 29) representaram 10% dos resíduos coletados nas voçorocas estudadas, predominantemente oriundos de atividades de construção e urbanização. Esses resíduos refletem a ausência de políticas eficazes de gestão de entulho e a necessidade de destinação correta, frequentemente originados de tijolos, telhas e concreto descartados inadequadamente.

Esse percentual reflete um padrão de descarte irregular comum em áreas urbanas e periurbanas, onde o entulho de obras é despejado sem controle. Andrade (1997) não menciona diretamente os RCC como uma categoria específica, mas sua fração equivalente (Pedras)

representava 1,4% dos resíduos urbanos de Manaus, sugerindo um aumento na presença desse material ao longo dos anos.

Figura 29 – Resíduos da Construção Civil.



Fonte: Autor, 2024.

Na Zona Leste de Manaus, não há dados específicos sobre a fração de RCC nos resíduos urbanos de Souza (2014) e Rodrigues et al. (2023), mas a alta geração de RCC na cidade é um fator preocupante. Estima-se que Manaus gere, em média, 316.680,66 kg/dia, um volume significativo que exige gestão eficiente e controle de descarte para evitar agravamento dos problemas ambientais e melhorar a sustentabilidade do processo de urbanização (Cavalcante et al, 2023)

Predominantemente oriundos de atividades de construção e urbanização. Esses resíduos refletem a ausência de políticas eficazes de gestão de entulho e a necessidade de destinação correta. De acordo com a Resolução CONAMA 307/2002, os RCC devem ser classificados e destinados adequadamente, sendo divididos em quatro categorias:

- Classe A: Resíduos reutilizáveis ou recicláveis, como agregados de concreto, que podem ser reaproveitados em novas construções.
- Classe B: Materiais recicláveis não minerais, como madeiras e plásticos, que podem ser reaproveitados em diferentes setores.

- Classe C: Resíduos como gesso, que ainda não possuem tecnologia viável para reciclagem e devem ser descartados corretamente.
- Classe D: Resíduos perigosos, como tintas e solventes, que requerem tratamento especializado para evitar danos ambientais.

Cavalcante et al. (2023) enfatiza a importância da recuperação dos RCC, não apenas pelo seu potencial de reutilização, mas também pelos riscos ambientais que podem representar. O autor destaca que a disposição inadequada desses resíduos pode levar à contaminação do solo e da água, uma vez que materiais como tintas, solventes e aditivos químicos podem infiltrar-se no solo e comprometer ecossistemas locais.

A análise da composição dos resíduos sólidos em Manaus evidencia um cenário alarmante de descarte inadequado, especialmente em áreas vulneráveis como as voçorocas e na Zona Leste da cidade. O aumento da presença de resíduos recicláveis, como plásticos, papel e metais, em contrapartida à redução da fração orgânica, reflete mudanças no padrão de consumo e na destinação dos resíduos. A ausência de um sistema eficiente de reciclagem e reaproveitamento potencializa os impactos ambientais negativos, contribuindo para a degradação do solo e a contaminação de recursos hídricos.

As áreas de voçorocas, além de serem reflexo do descarte irregular de resíduos urbanos, agravam processos erosivos, dificultando a regeneração da vegetação e comprometendo a qualidade ambiental. Materiais como madeira, cerâmica, vidro e resíduos da construção civil (RCC) têm um papel significativo na intensificação desses problemas, enquanto metais e borracha representam riscos adicionais por favorecerem a proliferação de vetores de doenças e contaminarem o meio ambiente.

A falta de políticas públicas eficazes e de infraestrutura adequada para a coleta seletiva e destinação correta dos resíduos intensifica o problema do descarte irregular. A implementação de estratégias sustentáveis, como programas de reciclagem, ampliação da logística reversa e educação ambiental, é essencial para reduzir a quantidade de resíduos despejados em locais inadequados e mitigar os impactos ambientais associados a esse descarte.

A modernização e ampliação do serviço de coleta de resíduos desempenham um papel crucial na resolução desses problemas. A precariedade desse serviço em algumas regiões de Manaus contribui diretamente para o acúmulo de lixo em locais inapropriados, intensificando a degradação ambiental. Medidas como a instalação de pontos de entrega voluntária (PEVs), o incentivo à compostagem e a criação de políticas de incentivo à economia circular podem contribuir para um gerenciamento mais sustentável dos resíduos sólidos urbanos, promovendo a qualidade de vida da população e a preservação do meio ambiente.

4.3 AVALIAR AS CONDIÇÕES DO SANEAMENTO BÁSICO NAS ÁREAS DE VOÇOROCAS, COM ÊNFASE NA EFICIÊNCIA DA COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS.

4.3.1 Saneamento Básico

O saneamento básico é um conjunto de serviços essenciais que visam garantir condições adequadas de higiene e saúde pública. Esses serviços incluem o abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e drenagem urbana. A disponibilização adequada desses elementos é fundamental para prevenir doenças, promover a qualidade de vida e preservar o meio ambiente.

O funcionamento do saneamento básico envolve uma série de processos e infraestruturas. O abastecimento de água potável, por exemplo, requer a captação de fontes naturais, tratamento para remoção de impurezas e distribuição segura à população. Já o esgotamento sanitário engloba a coleta e tratamento dos efluentes domésticos antes do descarte no meio ambiente, prevenindo a contaminação de águas superficiais e subterrâneas. (Brasil, 2007). O manejo de resíduos sólidos envolve a coleta, transporte, tratamento e disposição final do lixo produzido pela população. A destinação adequada desses resíduos, como a reciclagem e a compostagem, contribui para a redução de impactos ambientais e para a economia circular. A drenagem urbana, por sua vez, consiste na gestão das águas pluviais, prevenindo alagamentos e enchentes que podem comprometer a infraestrutura das cidades e a saúde da população (Brasil, 2007).

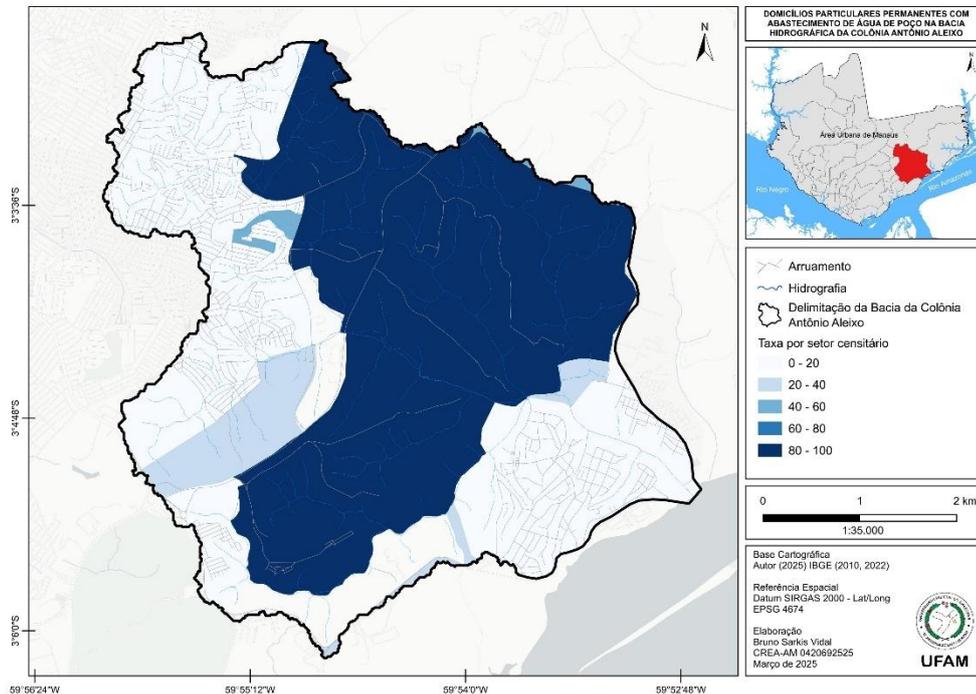
No Brasil, a legislação que rege o saneamento básico é estabelecida pela Lei nº 11.445, a mesma atribui competências na prestação dos serviços, incentivando investimentos e garantindo a universalização do acesso ao saneamento. Apesar dos avanços, ainda existem desafios para a implementação eficaz desses serviços, especialmente em regiões periféricas e rurais (Brasil, 2007). A relevância do saneamento básico decorre de sua influência direta na vulnerabilidade ambiental de áreas de risco, como as voçorocas que foram transformadas em depósitos de resíduos irregulares.

4.3.2. Abastecimento de água.

O IBGE classifica o abastecimento de água com base em 3 variáveis: poço ou nascente na propriedade, rede geral de distribuição de água e outras formas abastecimento. O mapa (Figura 30) apresentado ilustra a distribuição dos domicílios particulares permanentes que utilizam água de poço como principal fonte de abastecimento na bacia hidrográfica da Colônia

Antônio Aleixo, situada. A análise espacial permite compreender a relação entre infraestrutura urbana e acesso a fontes alternativas de água.

Figura 30 - Domicílios particulares permanentes que utilizam água de poço.



Fonte: IBGE (2010;2022). Elaboração: Bruno Sarkis Vidal, 2025.

Observa-se que grande parte da bacia apresenta altos índices de utilização de poços, especialmente na região central e norte, onde os setores censitários estão majoritariamente representados pelo azul mais escuro (80-100%), destacando-se as áreas dos bairros Puraquequara e Distrito Industrial II. Em contrapartida, áreas próximas às regiões urbanizadas, principalmente no extremo oeste e sudeste da bacia, apresentam menor dependência, com setores variando entre 0 e 40%.

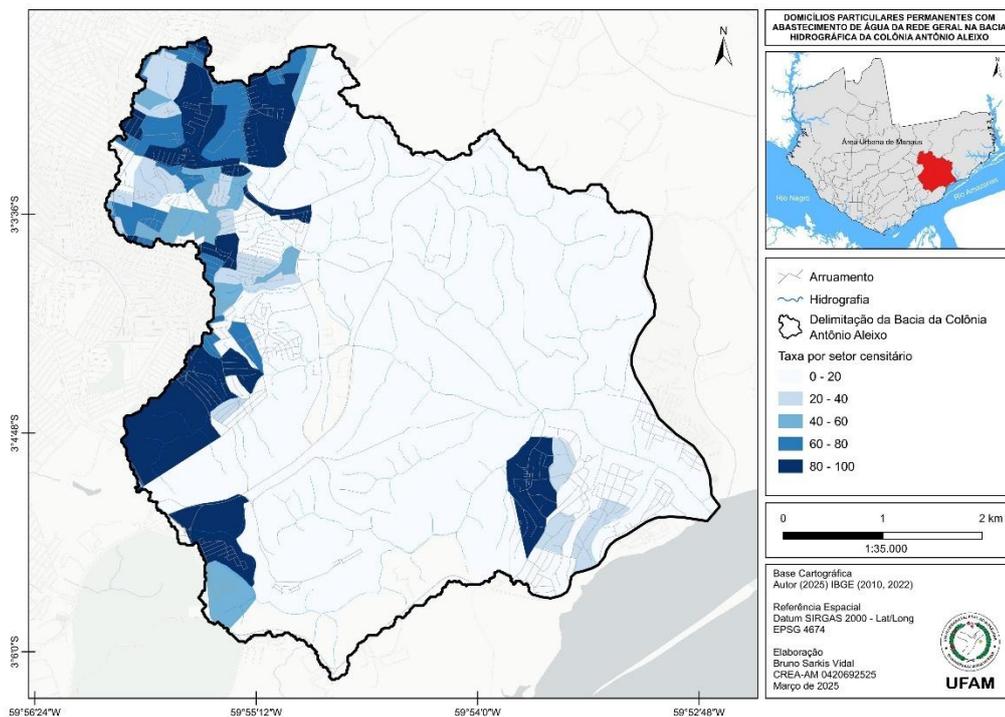
A presença de arruamentos, indicada no mapa, sugere uma correlação entre a densidade urbana e a menor dependência da água de poço. Regiões mais urbanizadas tendem a contar com sistemas de abastecimento público de água, reduzindo a necessidade de fontes alternativas. No entanto, setores com menor urbanização e infraestrutura tendem a apresentar maior percentual de domicílios que recorrem a poços para suprir suas necessidades hídricas.

Além disso, a hidrografia representada no mapa evidencia a presença de corpos d'água na bacia, o que pode influenciar na disponibilidade e qualidade dos poços utilizados. Regiões com menor acesso a redes públicas de abastecimento pode estar mais propensas a captar água subterrânea devido à falta de alternativas viáveis.

No que diz respeito a distribuição dos domicílios particulares permanentes que utilizam a rede geral como principal fonte de abastecimento na bacia hidrográfica da Colônia

Antônio Aleixo (Figura 31), observa-se que a maior parte da bacia apresenta baixos índices de utilização da rede geral, especialmente na região central e leste, onde os setores censitários estão majoritariamente representados por cores mais claras (0-40%). Em contrapartida, há setores com maior cobertura de abastecimento pela rede geral nas áreas periféricas da bacia, especialmente no noroeste, sudoeste e sudeste, que compreende áreas dos bairros do Jorge Teixeira, Gilberto Mestrinho, Armando Mendes e São José, onde a coloração azul mais intensa indica maior percentual de domicílios atendidos pelo sistema público. No que compreende as voçorocas estudadas, podemos identificar que as voçorocas da rua J e cobra d'água (Jorge Teixeira) recebem o serviço em sua totalidade, entretanto a região da voçoroca da rua Autazes (Gilberto Mestrinho) conta com baixos índices de abastecimento.

Figura 31 – Abastecimento Geral de Água.



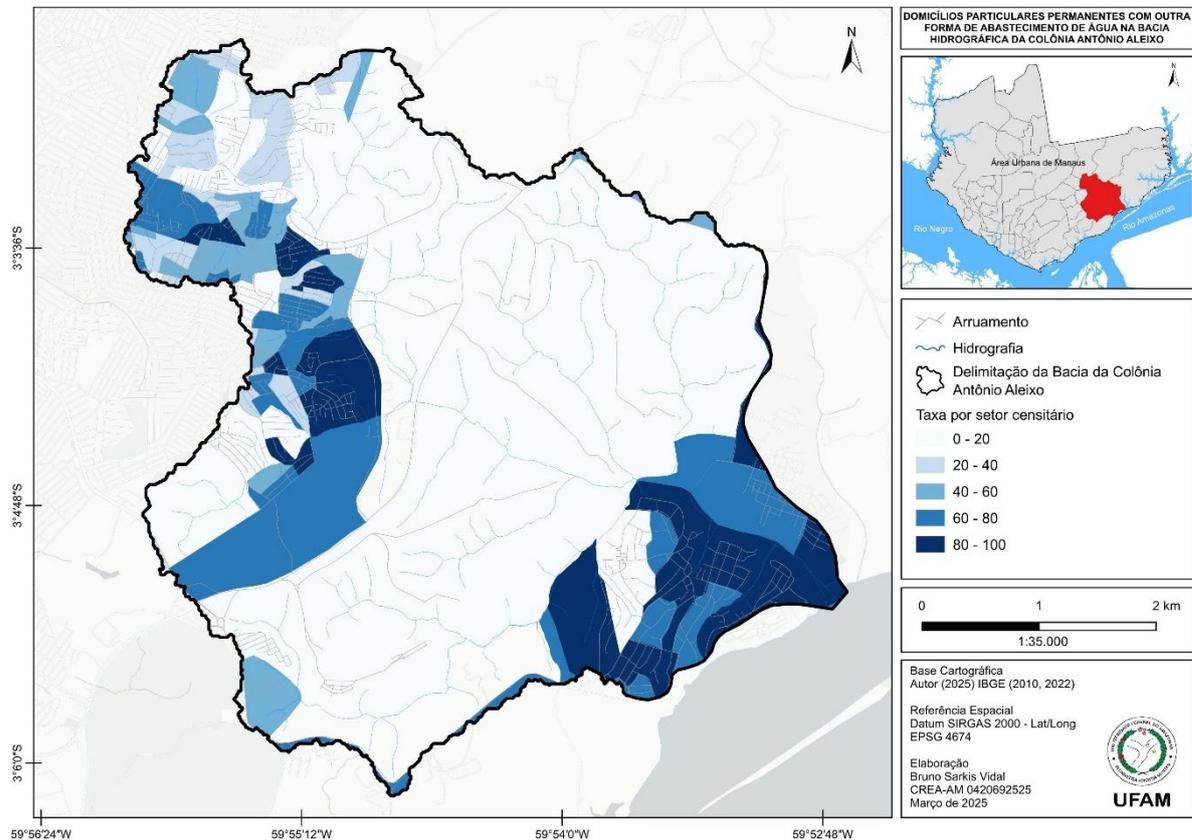
Fonte: IBGE (2010;2022). Elaboração: Bruno Sarkis Vidal, 2025.

A presença de arruamentos, indicada no mapa, sugere uma correlação entre a densidade urbana e a maior dependência da rede geral. Regiões mais urbanizadas tendem a contar com infraestrutura pública de abastecimento, enquanto áreas menos desenvolvidas ainda dependem de fontes alternativas, como poços e nascentes.

A terceira variável considerada pelo IBGE apresenta a distribuição dos domicílios que utilizam outras formas de abastecimento de água na bacia hidrográfica da Colônia Antônio Aleixo (Figura 32). Isso inclui alternativas como caminhões-pipa, coleta de água da chuva, rios

ou lagos. A análise permite compreender a dependência de fontes não convencionais e a possível vulnerabilidade hídrica na região.

Figura 32 – Outras formas de abastecimento de água.



Fonte: IBGE (2010;2022). Elaboração: Bruno Sarkis Vidal, 2025.

O mapa revela que as regiões central e leste da bacia apresentam uma alta dependência de outras formas de abastecimento, enquanto algumas áreas no noroeste e sudoeste, que anteriormente demonstravam maior cobertura pela rede geral, apresentam menor dependência de fontes alternativas. Isso indica que a infraestrutura hídrica pública é limitada em algumas partes da bacia, forçando os moradores a buscarem soluções alternativas para suprir suas necessidades diárias. A presença de rios e cursos d'água pode ser um fator relevante para a escolha de fontes alternativas de abastecimento. Regiões próximas a esses recursos podem recorrer ao uso direto da água de superfície, apesar dos riscos sanitários envolvidos. Além disso, áreas menos urbanizadas tendem a ter maior dependência de métodos informais de captação de água.

A alta dependência de formas alternativas de abastecimento indica possíveis desafios relacionados à qualidade da água, irregularidade no fornecimento e dificuldades logísticas para muitas famílias. A falta de acesso à rede geral pode levar a problemas de saúde pública e à

insegurança hídrica, reforçando a necessidade de políticas públicas para ampliar a infraestrutura e garantir acesso equitativo à água potável.

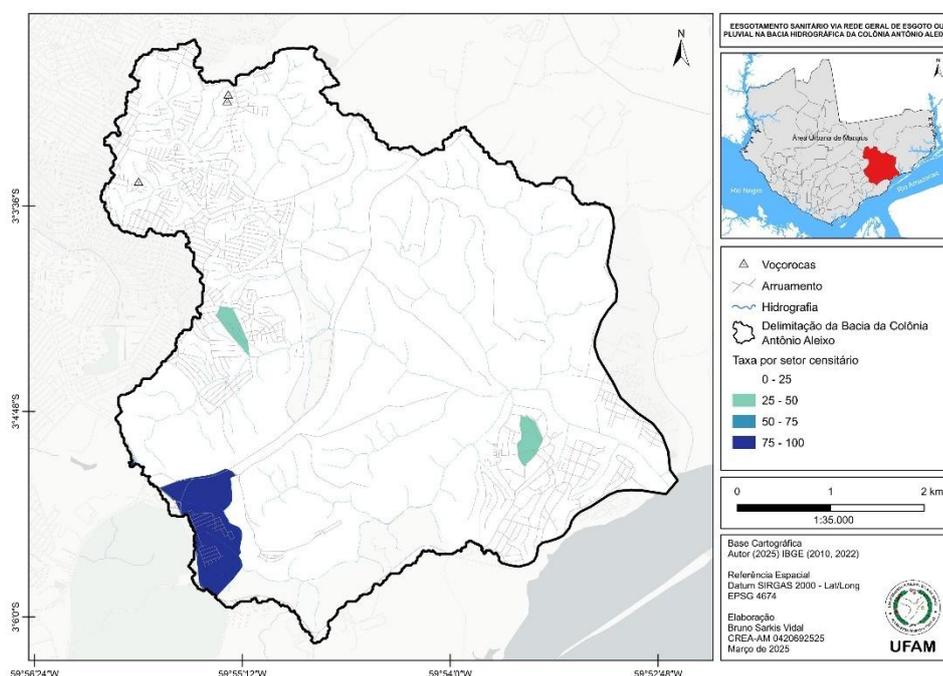
Além disso, a análise sugere que políticas de saneamento e investimentos na ampliação da rede de abastecimento são essenciais para reduzir a dependência de fontes alternativas e melhorar a qualidade de vida dos habitantes da bacia.

4.3.3. Esgotamento Sanitário.

Na análise do esgotamento sanitário, o IBGE estabelece diferentes categorias para avaliar a qualidade desse serviço, incluindo rede geral de esgoto ou pluvial, fossa séptica, fossa rudimentar, vala, corpo d'água (como rio, lago ou mar) e outros tipos de escoadouros.

Conforme a definição do IBGE (2010), considera-se rede geral de esgoto ou pluvial quando a canalização das águas residuais e dejetos provenientes do banheiro ou sanitário está conectada a um sistema de coleta que os direciona para um ponto de despejo geral na área, região ou município, independentemente da existência de uma estação de tratamento desses resíduos. O mapa (Figura 33) mostra a cobertura do esgotamento sanitário realizado por meio da rede geral de esgoto ou pluvial na Bacia Hidrográfica da Colônia Antônio Aleixo. Observa-se que apenas algumas áreas pontuais possuem acesso a esse tipo de serviço, com destaque para o setor localizado no extremo sudoeste da bacia, onde a cobertura atinge entre 75% e 100% da população. No restante da bacia, a infraestrutura desse tipo de esgotamento é escassa ou inexistente, evidenciando uma baixa cobertura da rede geral.

Figura 33 - Esgotamento sanitário realizado por meio da rede geral de esgoto.



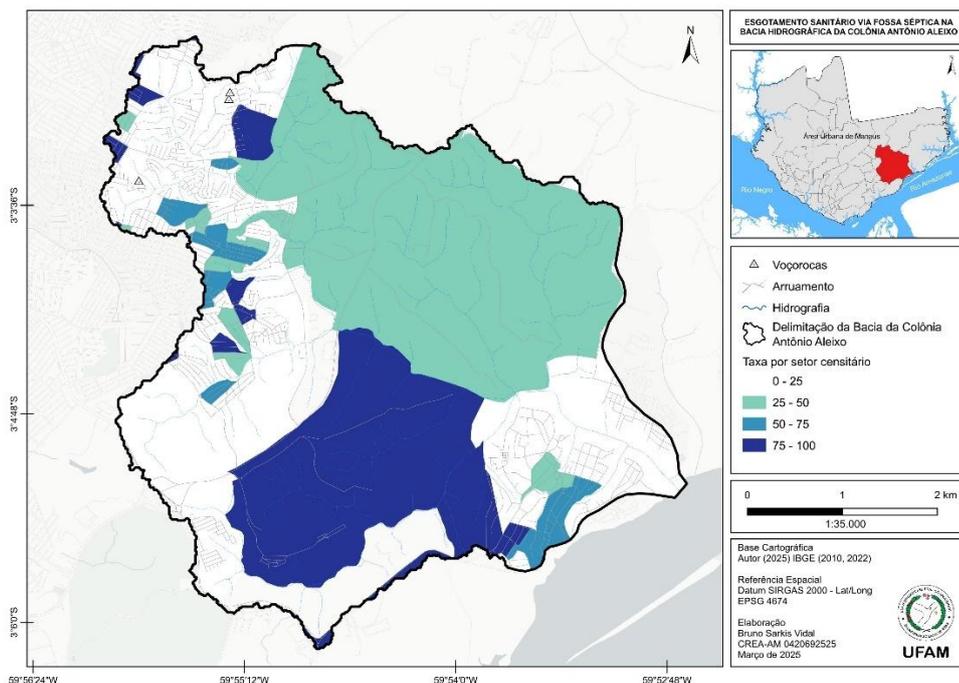
Fonte: IBGE (2010;2022). Elaboração: Bruno Sarkis Vidal, 2025.

A predominância de áreas sem acesso à rede de esgoto ou pluvial indica que grande parte da população da bacia depende de alternativas individuais ou inadequadas para o tratamento de resíduos. Essa deficiência na infraestrutura de saneamento pode contribuir para problemas ambientais e de saúde pública, uma vez que a ausência de esgoto tratado pode levar à contaminação do solo e dos corpos d'água da região.

Esse cenário evidencia a necessidade de investimentos em saneamento básico, pois a rede geral de esgoto é um dos métodos mais eficientes para evitar a contaminação ambiental e garantir a segurança sanitária. A baixa cobertura desse sistema pode estar relacionada à dificuldade de implementação da infraestrutura em áreas de ocupação irregular ou de relevo acidentado. Assim, políticas públicas voltadas para a ampliação desse serviço seriam essenciais para reduzir desigualdades e melhorar as condições de vida da população.

No que diz respeito a distribuição do esgotamento sanitário via fossas sépticas (Figura 34) na bacia, comparado ao esgotamento via rede geral, esse método é mais amplamente utilizado, cobrindo áreas significativas, principalmente no centro-leste da bacia. Em algumas dessas regiões, entre 50% e 100% da população utiliza fossas sépticas, o que demonstra que esse sistema se apresenta como a principal alternativa para o tratamento de esgoto.

Figura 34 - Esgotamento sanitário via fossas sépticas.



Fonte: IBGE (2010;2022). Elaboração: Bruno Sarkis Vidal, 2025.

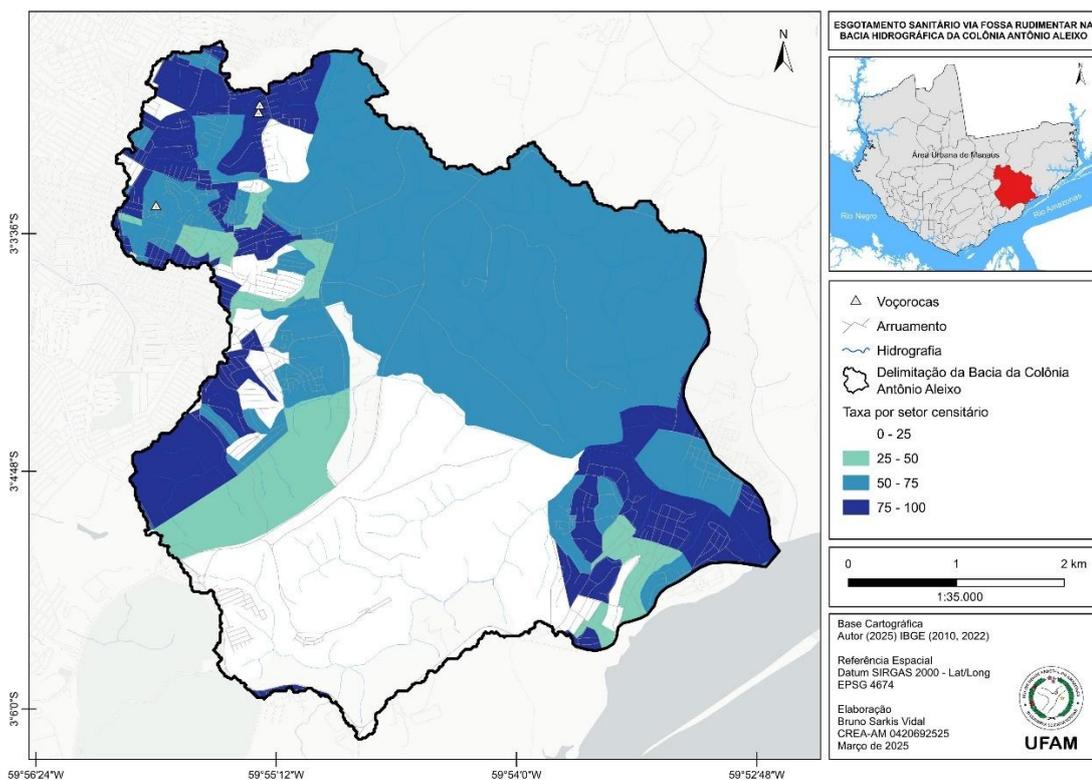
Apesar da cobertura relativamente maior em relação à rede geral de esgoto, ainda há desigualdade no acesso, com setores onde menos de 25% dos domicílios fazem uso de fossas

sépticas. Isso evidencia que parte da população pode estar utilizando sistemas mais rudimentares, o que pode comprometer a qualidade da água subterrânea e dos cursos d'água na região. Além disso, a dependência desse tipo de esgotamento reforça a necessidade de investimentos em soluções mais seguras e eficientes para o saneamento básico.

As fossas sépticas, quando bem construídas e mantidas, são uma alternativa viável para locais onde a rede geral não está disponível. No entanto, sua eficiência depende de fatores como solo permeável, esvaziamento periódico e distância adequada dos recursos hídricos. A alta presença desse tipo de esgotamento sugere uma adaptação da população à ausência de redes coletivas, mas também aponta desafios, como a falta de fiscalização e manutenção adequada dessas estruturas.

O mapa (Figura 35) destaca a predominância do esgotamento sanitário por meio de fossas rudimentares, que é a forma mais comum de descarte de esgoto na bacia. A maior parte do território apresenta altas taxas de dependência desse sistema, com setores onde mais de 75% dos domicílios utilizam fossas rudimentares. Esse cenário se repete em grande parte da região central e norte da bacia, indicando uma situação de vulnerabilidade sanitária.

Figura 35 – Fossas rudimentares.

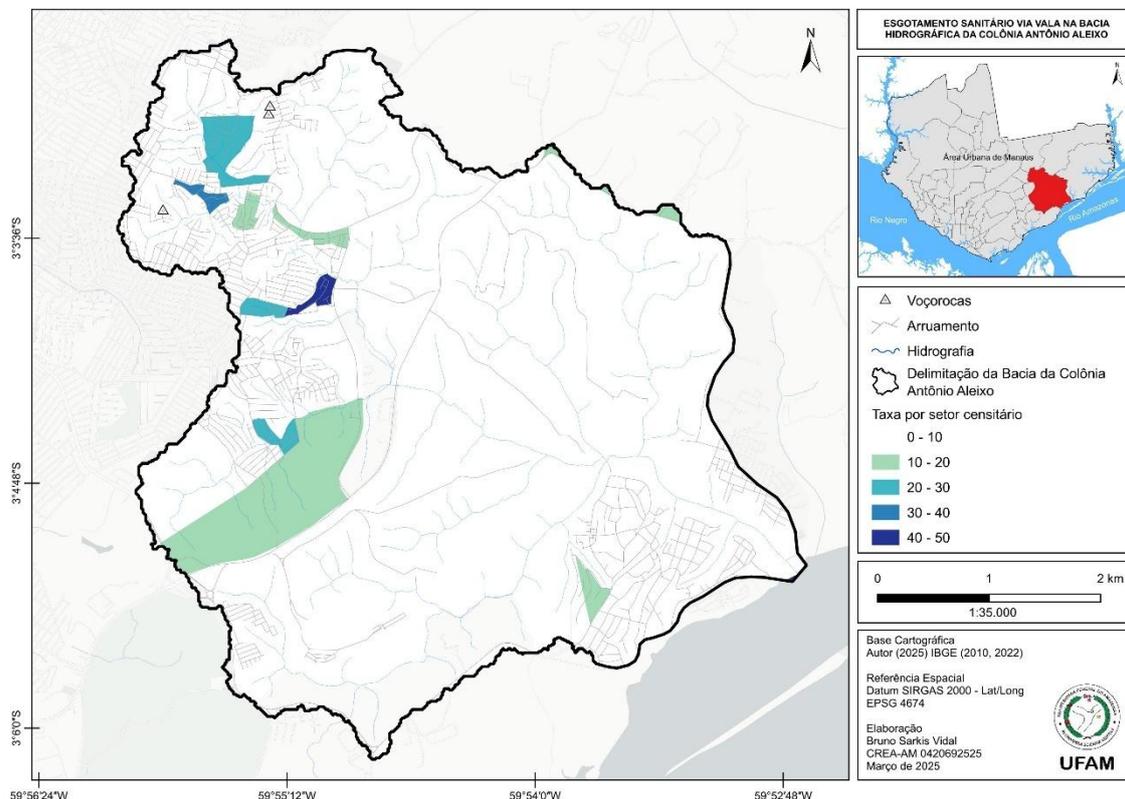


Fonte: IBGE (2010;2022). Elaboração: Bruno Sarkis Vidal, 2025.

O mapa (Figura 36) apresenta a distribuição do esgotamento sanitário via vala dentro da BHCAA. Nota-se uma concentração significativa desse tipo de descarte em algumas áreas

do território, especialmente na região norte e centro-oeste da bacia. Os setores censitários marcados em tons de azul mais escuro indicam uma maior taxa de esgoto despejado por esse meio, o que aponta para uma situação crítica de saneamento nessas localidades.

Figura 36 - Esgotamento sanitário via vala dentro.

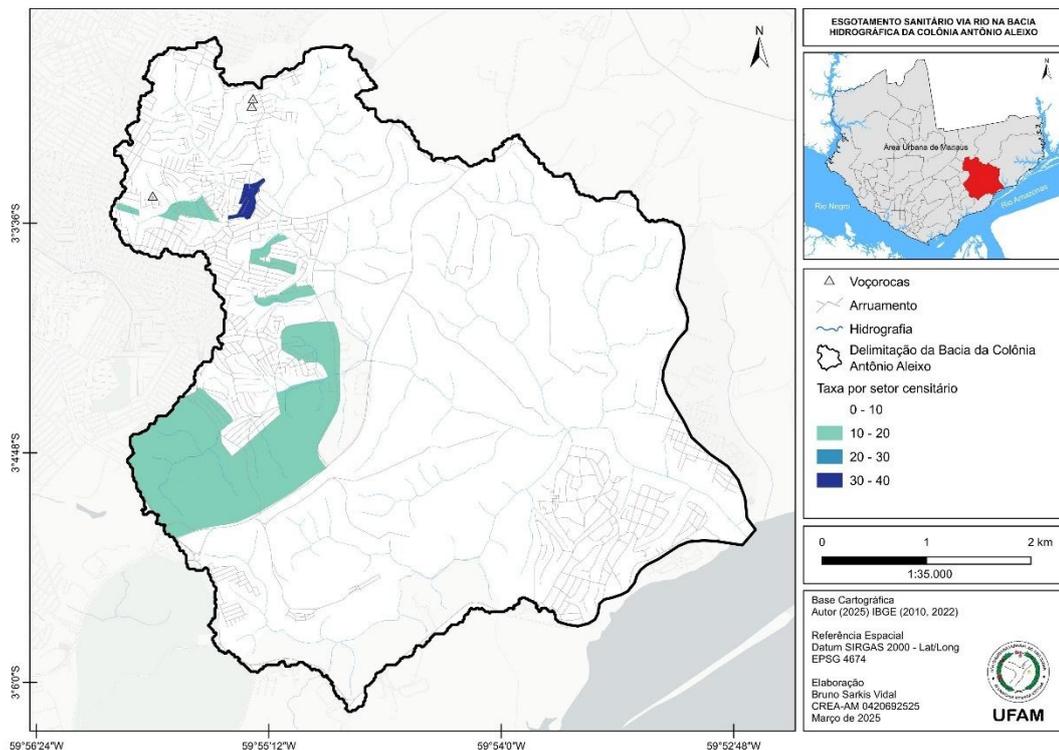


Fonte: IBGE (2010;2022). Elaboração: Bruno Sarkis Vidal, 2025.

O despejo de esgoto por valas é uma prática inadequada que acarreta diversos problemas ambientais e de saúde pública. Esse tipo de escoamento favorece a contaminação do solo e dos corpos d'água superficiais, além de possibilitar a proliferação de doenças de veiculação hídrica, como diarreias e infecções parasitárias. A ausência de infraestrutura adequada e a vulnerabilidade social das comunidades atingidas tornam esse cenário ainda mais preocupante, reforçando a necessidade de políticas públicas eficazes para o tratamento de esgoto.

A problemática do esgotamento via valas se conecta diretamente com a questão do despejo de esgoto nos rios, uma prática que, apesar de distinta, também contribui para a degradação ambiental da bacia hidrográfica. O despejo de esgoto diretamente nos rios (Figura 37) se destaca em alguns setores, especialmente na parte central da bacia, onde há uma concentração significativa de resíduos despejados nos cursos d'água, demonstrando que uma parte expressiva da população não tem acesso a um sistema de saneamento básico eficiente.

Figura 37 – Esgoto diretamente nos rios.

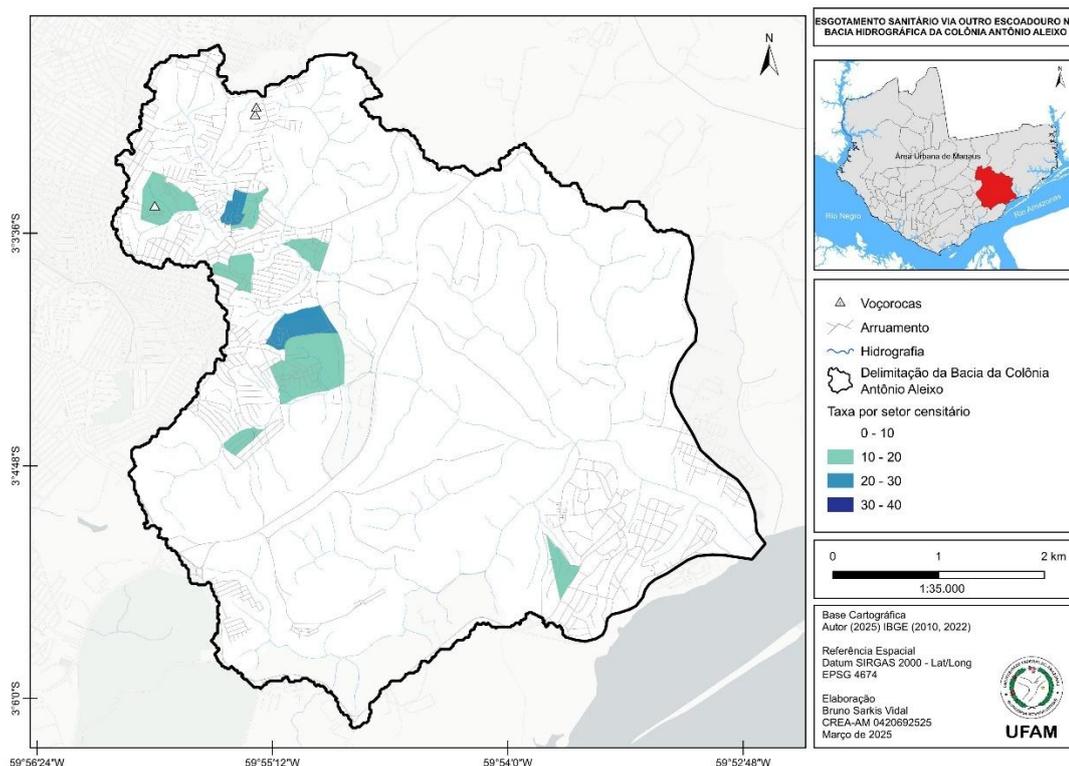


Fonte: IBGE (2010;2022). Elaboração: Bruno Sarkis Vidal, 2025.

O lançamento de esgoto in natura nos rios agrava a poluição hídrica e compromete os ecossistemas aquáticos locais. A contaminação da água dificulta seu uso para abastecimento, pesca e lazer. Além disso, a alta carga orgânica presente no esgoto promove a proliferação de organismos patogênicos, gerando surtos de doenças e impactando negativamente a saúde pública. A degradação da água também influencia a fauna e a flora aquática, podendo levar à perda de biodiversidade e ao desequilíbrio ambiental.

A análise do esgotamento via rio evidencia a precariedade das redes de saneamento na bacia, destacando a necessidade de soluções mais eficientes. No entanto, além das valas e dos rios, há ainda outras formas de esgotamento sanitário irregular, o esgotamento sanitário realizado por meio de outros tipos de escoadouros (Figura 38). Esse tipo de despejo é distribuído de maneira irregular pelo território, com maior incidência nas regiões central e sul da bacia. As áreas destacadas indicam setores censitários onde há uma maior taxa de despejo por essas vias alternativas, sugerindo a presença de fossas rudimentares, sumidouros ou outros meios improvisados de descarte.

Figura 38 - Esgotamento sanitário realizado por meio de outros tipos de escoadouros.



Fonte: IBGE (2010;2022). Elaboração: Bruno Sarkis Vidal, 2025.

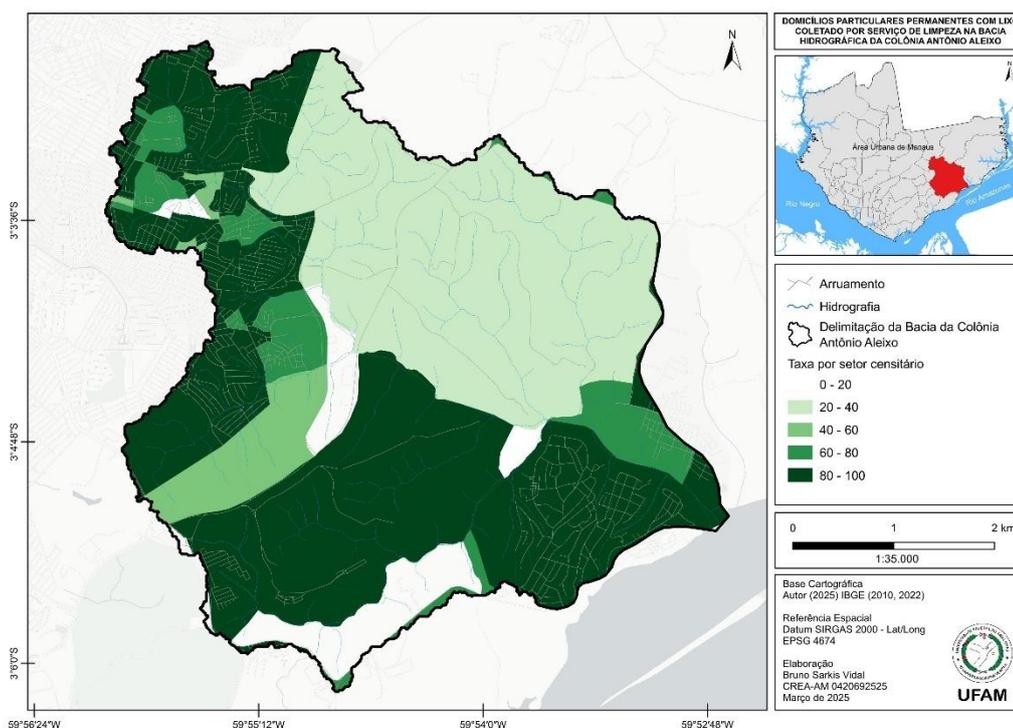
Embora essa forma de esgotamento possa parecer menos agressiva do que o despejo direto em valas e rios, ela ainda representa riscos significativos. A infiltração de esgoto no solo pode contaminar lençóis freáticos, comprometendo a qualidade da água subterrânea utilizada para consumo. Além disso, a ausência de tratamento adequado mantém o ciclo de transmissão de doenças de veiculação hídrica, afetando principalmente populações em situação de vulnerabilidade. Esse cenário reforça a carência de investimentos em saneamento básico, evidenciando a necessidade de ampliação da rede de esgoto e de alternativas sustentáveis de tratamento.

4.3.4. Coleta dos resíduos.

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), se utiliza de seis variáveis que tratam sobre destinação final dos resíduos, estas são apresentadas a seguir: a) coletado diretamente por serviço de limpeza pública ou privada; b) coletado em caçamba, tanque ou depósito fora do domicílio para posteriormente ser recolhido por serviço de limpeza; c) queimado na propriedade; d) enterrado na propriedade; e) jogado em rio, lago ou mar; f) jogado em terreno baldio ou logradouro e, outro destino.

O mapa (Figura 39) destaca a distribuição da coleta de resíduos por serviço de limpeza nos domicílios particulares permanentes da Bacia Hidrográfica da Colônia Antônio Aleixo, as áreas com maior índice de cobertura, representadas pelos tons mais escuros de verde, concentram-se principalmente nas regiões mais urbanizadas, onde há uma infraestrutura consolidada e um sistema de coleta mais eficiente. Essas áreas, situadas em sua maioria no sul e oeste da bacia, possuem um percentual de atendimento entre 80% e 100%, indicando um serviço de limpeza bem estabelecido.

Figura 39 - Resíduos coletados diretamente por serviço de limpeza pública ou privada.



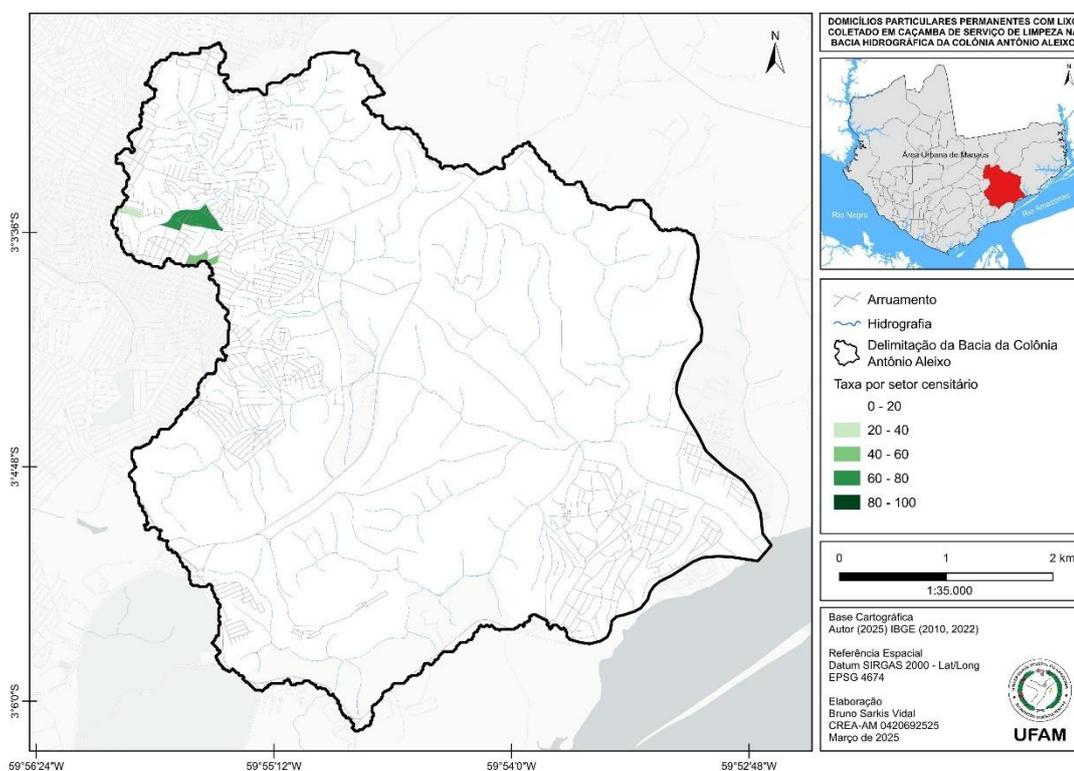
Fonte: IBGE (2010;2022). Elaboração: Bruno Sarkis Vidal, 2025.

Por outro lado, as áreas com menor índice de coleta de lixo, evidenciadas pelos tons mais claros de verde, localizam-se nas regiões mais afastadas e menos urbanizadas, especialmente no centro-norte e nordeste da bacia. Nessas localidades, o serviço de coleta atende menos de 40% dos domicílios, o que sugere desafios estruturais e logísticos para a gestão de resíduos sólidos. A presença de corpos hídricos na região pode ser um fator que dificulta a prestação do serviço em determinadas áreas.

O mapa apresenta a distribuição dos domicílios particulares permanentes que têm seu lixo coletado por meio de caçambas de serviço de limpeza na Bacia Hidrográfica da Colônia Antônio Aleixo, em Manaus, Amazonas. A área de estudo está delimitada por um contorno preto e inclui a marcação da rede hidrográfica, além das áreas urbanizadas representadas por arruamentos.

Diferente do mapa anterior, que mostrava a coleta domiciliar direta, o mapa evidencia uma cobertura muito mais restrita do serviço de coleta por caçamba (Figura 40). A grande maioria da bacia apresenta setores censitários sem esse tipo de serviço ou com cobertura muito baixa, indicados pela ausência de coloração. Apenas uma pequena área na porção oeste da bacia, destacada em verde, apresenta alguma cobertura desse serviço, e mesmo assim em níveis moderados, variando entre 20% e 60% dos domicílios atendidos.

Figura 49 – Resíduos coletado em caçamba.

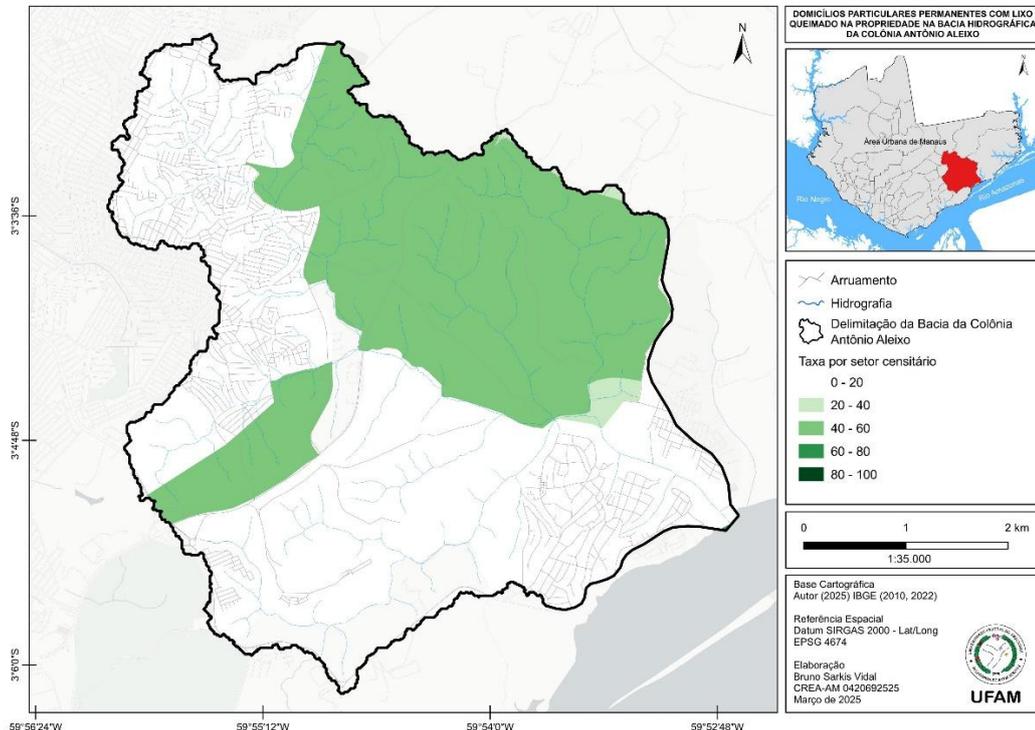


Fonte: IBGE (2010;2022). Elaboração: Bruno Sarkis Vidal, 2025.

A presença de caçambas pode estar relacionada a locais onde a coleta regular não consegue alcançar de forma eficiente, possivelmente devido a dificuldades de acesso ou à baixa densidade habitacional. No entanto, o fato de a maior parte da bacia não apresentar esse serviço sugere que a coleta por caçamba não é uma solução amplamente adotada na região.

Diferente dos mapas anteriores, que abordavam a coleta formal de resíduos, este evidencia domicílios particulares permanentes que realizam a queima do lixo na própria propriedade, fato que está relacionado um padrão alternativo de descarte, muitas vezes associado a áreas com infraestrutura precária e acesso limitado a serviços de limpeza pública (Figura 41).

Figura 41 – Domicílios particulares permanentes que realizam a queima dos resíduos.

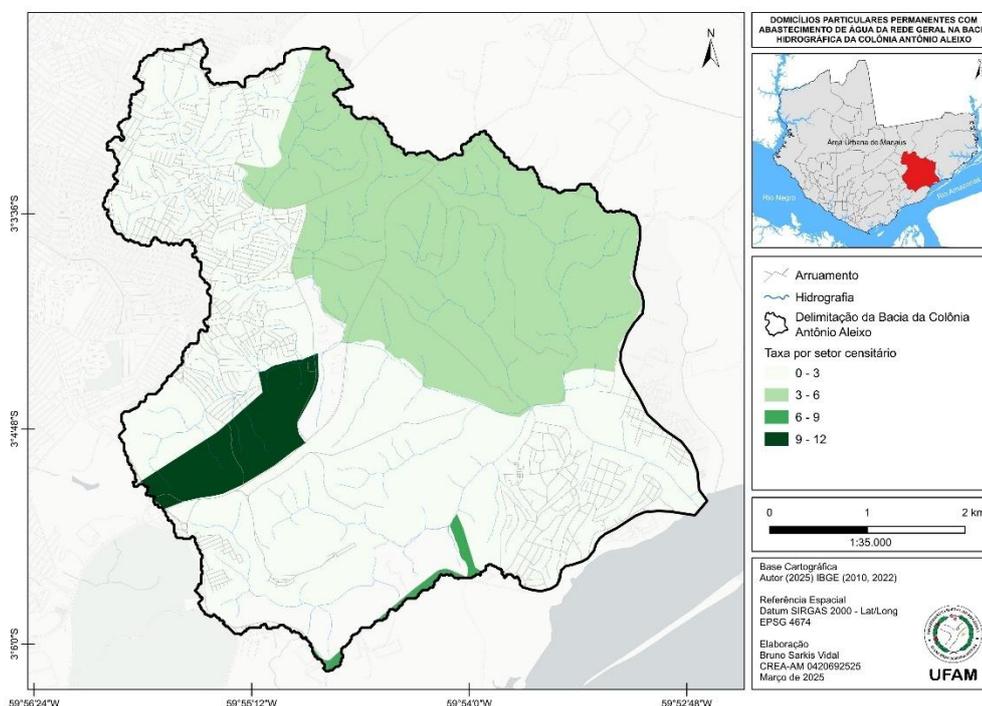


Fonte: IBGE (2010;2022). Elaboração: Bruno Sarkis Vidal, 2025.

Observa-se que a prática de queima de resíduos está mais concentrada nas regiões centrais e norte da bacia, onde setores censitários apresentam índices de 40% a 60% de domicílios adotando essa solução. Essas áreas, apresentam menor acesso à coleta convencional, o que pode explicar a necessidade do descarte por queima. Há também registros na porção sudoeste da bacia, embora em menor intensidade. Por outro lado, as regiões com maior densidade urbana, especialmente no noroeste, sul e sudeste próximas ao Rio Amazonas, apresentam poucos domicílios utilizando esse método, o que sugere uma maior disponibilidade de serviços formais de coleta.

O mapa apresenta a distribuição dos domicílios particulares permanentes que enterram o lixo na própria propriedade (Figura 42). A prática do enterramento de resíduos pode estar relacionada à ausência de serviços regulares de coleta, dificuldades de acesso à infraestrutura urbana ou até mesmo a hábitos culturais da população local.

Figura 42 – Resíduos enterrado na propriedade.

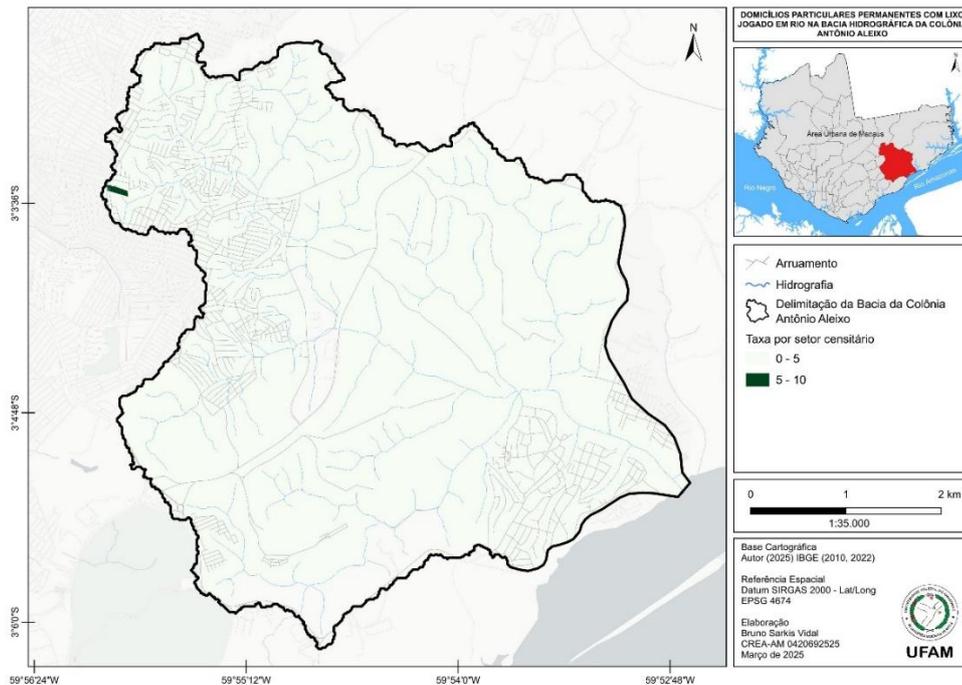


Fonte: IBGE (2010;2022). Elaboração: Bruno Sarkis Vidal, 2025.

Observa-se que a maior incidência dessa prática ocorre na região sudoeste da bacia (Puraquequara), onde os índices variam entre 9 e 12% dos domicílios, sugerindo que essa área enfrenta desafios significativos na coleta de resíduos sólidos. Em contrapartida, as regiões centrais e ao norte da bacia apresentam percentuais menores, entre 3 e 6%, o que pode indicar uma maior presença de coleta formal ou o uso de outras formas de descarte, como a queima de resíduos ou o uso de caçambas. Já no sudeste da bacia, onde há maior proximidade com o Rio Amazonas a taxa de enterramento de lixo é muito baixa, variando entre 0 e 3%, sugerindo que essa região conta com um sistema de coleta mais estruturado e acessível. Essa distribuição espacial reforça a relação entre infraestrutura urbana e práticas de descarte, evidenciando que a falta de serviços de limpeza leva parte da população a buscar alternativas informais, que podem gerar impactos ambientais, como a contaminação do solo e dos lençóis freáticos.

Já o mapa (Figura 43) aborda os domicílios que descartam resíduos diretamente em corpos d'água, como rios, lagos ou mares. A incidência dessa prática é significativamente baixa, sendo registrada apenas em um setor no extremo noroeste da bacia, com taxas entre 5% e 10%. Esse tipo de descarte compromete a qualidade da água e pode afetar ecossistemas aquáticos, além de prejudicar o abastecimento e o uso dos recursos hídricos locais.

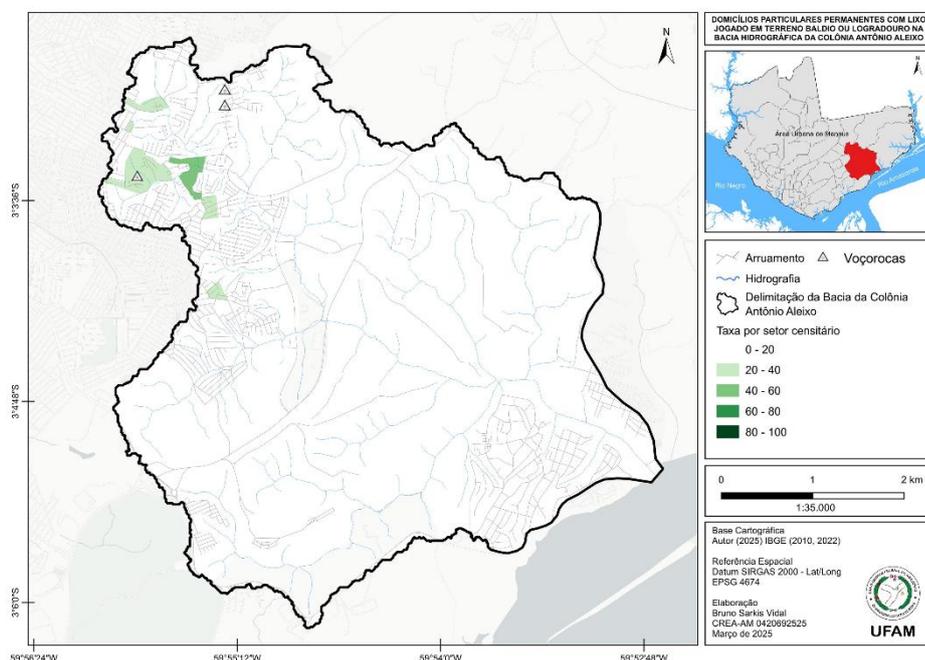
Figura 43 - Domicílios que descartam resíduos diretamente em corpos d'água, como rios, lagos ou mares.



Fonte: IBGE (2010;2022). Elaboração: Bruno Sarkis Vidal, 2025.

O mapa (Figura 44) mostra os domicílios que jogam lixo em terrenos baldios ou logradouros. Essa prática ocorre em algumas áreas específicas do setor noroeste da bacia, mas com incidência relativamente baixa, variando entre 20% e 60% nos setores censitários destacados. O descarte irregular pode gerar impactos como proliferação de vetores de doenças, obstrução de vias e degradação da paisagem urbana.

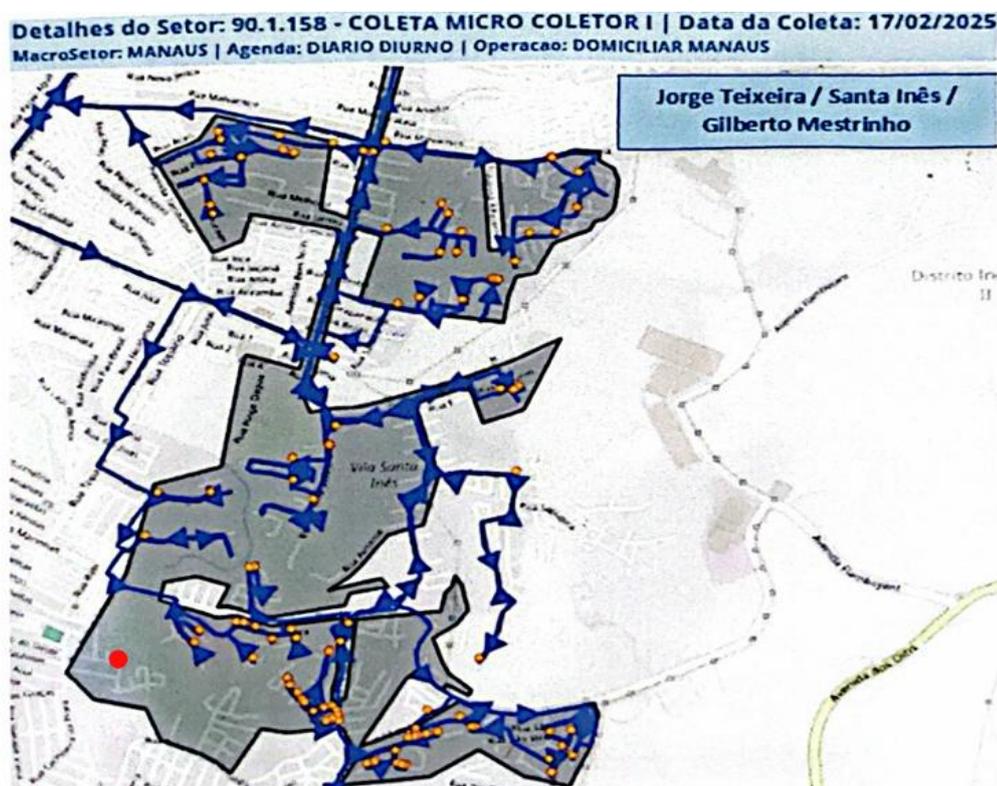
Figura 44 - Domicílios que jogam lixo em terrenos baldios.



Fonte: IBGE (2010;2022). Elaboração: Bruno Sarkis Vidal, 2025.

Este último mapa chama atenção quando se comparado e dos dados disponibilizados pela empresa de coleta de resíduos (Marquise ambiental) revela um cenário contrastante entre as áreas de voçorocas na Bacia Hidrográfica da Colônia Antônio Aleixo. No caso da Voçoroca da Rua Autazes, situada ao noroeste da bacia, o caminhão coletor não acessa a região, fato corroborado tanto pela concessionária responsável pela coleta quanto pelo mapa que evidencia a presença de descarte irregular em terreno baldio (Figura 45).

Figura 45– Rota dos coletores (setas azuis) na área da voçoroca Autazes (Ponto vermelho).



Fonte: Marquise Ambiental (2025). Elaboração: Autor, 2025.

Essa ausência de coleta formal favorece o acúmulo de resíduos na voçoroca, agravando processos erosivos, a degradação do solo e a contaminação ambiental. Por outro lado, as voçorocas localizadas na Rua J e Cobra D'água (Figura 46) recebem a coleta de resíduos, conforme indicado pelos dados do IBGE e pelos registros operacionais da empresa concessionária. Esse atendimento regular atenua a ocorrência de descarte irregular, contribuindo para a redução de impactos negativos associados à erosão e à deposição de resíduos em locais inadequados.

Figura 46 – Rota dos coletores (setas azuis e verdes) na área da voçoroca Rua J e Cobra D'Água (Pontos vermelho e amarelo).



Fonte: Marquise Ambiental (2025). Elaboração: Autor, 2025.

As políticas públicas voltadas às áreas de risco em Manaus têm priorizado, historicamente, problemas como alagações e habitação precária. No entanto, o fenômeno do voçorocamento, que compromete infraestrutura e coloca populações em risco, tem recebido apenas soluções corretivas e emergenciais (Molinari, 2024).

Para o mesmo autor, as intervenções urbanístico-ambientais integradas são caracterizadas por grandes projetos de infraestrutura que visam a urbanização e a melhoria das condições ambientais. Entre os principais programas destacam-se o PROSAMIN (Programa Social e Ambiental dos Igarapés de Manaus), o PROURBIS (Programa de Desenvolvimento Urbano e Inclusão Socioambiental de Manaus) e o PROMINDU (Programa de Recuperação Ambiental e Requalificação Social e Urbanística do Igarapé do Mindú), embora esses programas tenham promovido melhorias significativas na drenagem e infraestrutura, eles não incluem as áreas de risco a voçorocamento como prioridade, o foco está na prevenção de alagamentos e na requalificação urbana, deixando a erosão do solo sem atenção adequada, por outro lado, as intervenções pontuais e corretivas são de menor escala e atuam de forma emergencial em áreas onde o voçorocamento já causou danos. Essas ações incluem contenção de encostas, recuperação de áreas degradadas, reparos emergenciais em infraestrutura urbana e obras isoladas sem um planejamento integrado. Embora necessárias, essas intervenções são

reativas e não impedem novas erosões, resultando em gastos recorrentes para reparar os mesmos problemas.

Assim, os dados dos mapas corroboram a crítica de que a falta de coleta de resíduos em áreas de voçorocas evidencia uma decisão deliberada de não incluir essas áreas nos planos de manutenção e infraestrutura urbana, intensificando os riscos e a degradação ambiental. Para o mesmo autor, essa disparidade sugere que, enquanto determinadas áreas de risco são contempladas nos planos de intervenção e recebem os serviços urbanos adequados, outras permanecem desassistidas. Tal situação não apenas agrava os processos erosivos – já que a deposição inadequada de resíduos pode acelerar a degradação do solo e comprometer a estabilidade das encostas –, mas também configura omissões conscientes por parte do poder público.

4.3.3 Voçoroca Rua Autazes.

A gestão de resíduos sólidos em áreas urbanas periféricas reflete a interação entre a atuação do poder público, empresas concessionárias e as práticas da população local. Na área da voçoroca do bairro Gilberto Mestrinho,

Com base nos dados coletados, pode-se espacializa-los (Figura 47) obtendo um detalhamento da coleta de resíduos sólidos na área de estudo. Esse mapeamento revela a distribuição desigual do serviço de coleta, destacando áreas onde a coleta ocorre regularmente, locais onde acontece de forma parcial, e regiões completamente desassistidas. Essa visualização fornece uma compreensão mais clara da relação entre a ausência ou precariedade do serviço e as práticas de descarte irregular, como o uso da voçoroca para destinação final de resíduos.

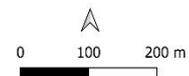
Figura 47 – Disposição da coleta de resíduos na voçoroca da Rua Autazes.



**Rota do coletor na Voçoroca da
rua Autazes**

● Voçoroca Rua Autazes.
— Rota do coletor
■ Área sem coleta de resíduos

Sistema de Coordenadas Geográfica.
SIRGAS 2000
Fonte: Vieira (2008); Autor (2024).
Data: 20/03/2025



Fonte: Autor, 2024.

4.3.4 Voçorocas Rua J e Cobra D' Água.

Os dados obtidos sobre as voçorocas no bairro Jorge Teixeira (Figura 48) trouxeram informações relevantes sobre a dinâmica de coleta de resíduos sólidos e as práticas de descarte realizadas pelos moradores. Esses dados permitem identificar avanços e desafios na gestão de resíduos urbanos, especialmente em áreas onde as voçorocas são utilizadas de forma irregular.

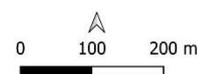
Figura 48 – Espacialização da coleta no Jorge Teixeira – Cobra D' Água e Rua J.



Rota de coleta nas voçorocas do Jorge Texeira.

- Coleta integral
- Voçoroca Rua J.
- Voçoroca Cobra D'Água.

Sistemas de Informações Geográficas.
SIRGAS 2000.
Fonte: Vieira (2008); Autor (2024).
Elaboração: Autor (2024).



Fonte: Autor, 2024.

Dessa forma é possível observar notar padrões no que diz respeito ao serviço de coleta de resíduos nas áreas de voçorocas, onde as vias principais em ambas as áreas (Gilberto Mestrinho e Jorge Teixeira) contam com a oferta integral do serviço de coleta, e à medida que nos distanciamos das mesmas, a oferta do serviço apresenta queda, chegando a cair totalmente quando se aproximamos das áreas de voçorocas, como no caso da voçoroca no Gilberto Mestrinho. Dados esses, reforçam a importância de intervenções por parte do poder público que possam ressignificar essas áreas para que ocorra a redução da utilização de voçorocas como destino de resíduos e mitigar os impactos associados a essa prática.

4.3.4. As Voçorocas Enquanto Lixeiras.

As voçorocas presentes na área urbana de Manaus têm suas origens em uma combinação de fatores tanto antrópicos quanto naturais, cada um distinto em diferentes setores, conforme a tese de Vieira (2008), as notáveis diferenças que tornam certas regiões mais suscetíveis do que outras estão intrinsecamente ligadas às características geomorfológicas (tais como a forma e inclinação das encostas) e, de maneira subsidiária, ao processo de urbanização

(incluindo desmatamento, manipulação do terreno e sistemas de drenagem) supervisionado pelas autoridades governamentais.

A atuação seletiva do poder público na oferta de equipamentos urbanos de qualidade é um fenômeno recorrente em diversas cidades ao redor do mundo, resultando em profundas desigualdades socioespaciais. De acordo com Santos (2012), o Estado, ao lado de agentes econômicos, prioriza investimentos em regiões consideradas mais rentáveis ou estratégicas, enquanto áreas periféricas e menos favorecidas recebem pouca atenção. Essa forma de intervenção, pautada pela lógica capitalista, reforça a concentração de infraestrutura em locais já consolidados, em detrimento de setores urbanos que carecem de serviços básicos, como saneamento, transporte e equipamentos de saúde e educação.

Harvey (2006) complementa essa análise ao afirmar que o espaço urbano é produzido de maneira desigual, pois as decisões estatais e privadas obedecem aos interesses do capital. Nesse contexto, a segregação socioespacial é resultado de escolhas políticas que privilegiam determinados grupos em função de sua capacidade de consumo e influência econômica, ao mesmo tempo em que negligenciam populações menos favorecidas. Tal seletividade na aplicação de recursos não apenas aprofunda as disparidades existentes, mas também reproduz um ciclo vicioso de exclusão, uma vez que a falta de investimentos em áreas vulneráveis inviabiliza melhorias estruturais e limita as oportunidades de desenvolvimento local.

Assim, a lógica seletiva do poder público ao distribuir equipamentos urbanos reforça processos de marginalização e segregação, que se manifestam no cotidiano das cidades. A supervalorização de determinadas zonas, aliada à desvalorização de outras, perpetua injustiças e dificulta a construção de uma cidade mais equitativa. Conforme enfatiza Lefebvre (2008), a produção do espaço reflete relações de poder e, portanto, é fundamental repensar as políticas urbanas para que atendam às necessidades de toda a população, garantindo o acesso igualitário a serviços e equipamentos de qualidade.

No contexto da cidade de Manaus, Lima (2014) e Molinari (2023;2024) corroboram com a visão de seletividade por parte do poder público. Para este último, em seus estudos sobre áreas exposta ao risco de voçorocamento na cidade de Manaus, advoga que a emergência das voçorocas carrega consigo um fator preponderante e interdependente com a produção socioespacial local. Em termos mais claros, a mera presença de “atributos naturais favoráveis” não é suficiente, intervenções socioespaciais são necessárias para o desenvolvimento de áreas de risco em Manaus. Sob essa ótica, a proposição sustentada é que a origem das áreas em risco de voçorocamento é fortemente condicionada por características geológico-geomorfológicas, mas é determinada pelas interconexões da produção socioespacial, cujas características

marcantes incluem a inadequação do sistema de drenagem pluvial (dimensões das tubulações, posicionamento das saídas de água e dispositivos de dissipação de energia).

Ademais, identifica 41 áreas de risco a voçoroca mento na cidade de Manaus, divididos em 3 grandes polígonos (Norte, leste e sudeste), destaque para o polígono “Leste” que compreende os bairros Jorge Teixeira, Tancredo Neves e Gilberto Mestrinho (bairros que estão inseridos na BHCAA). As áreas de riscos identificadas pelo autor têm como característica marcante a ausência na oferta dos equipamentos públicos. A consideração da oferta e qualidade dos equipamentos urbanos é indiscutivelmente um elemento crucial na análise da vulnerabilidade ambiental em uma escala intermediária, vale ressaltar que os equipamentos urbanos se referem às instalações e espaços de infraestrutura urbana destinados aos serviços públicos, tais como abastecimento de água, saneamento, coleta de águas pluviais, disposição e tratamento de resíduos sólidos, transporte público, fornecimento de energia elétrica, rede telefônica, gás canalizado e similares, conforme definido no artigo 2, §§ 1 e 2 da Lei federal nº 7.341/2010 (Molinari, 2023, 2024).

Além disso, o saneamento está conectado à drenagem pluvial, que desempenha um papel fundamental no surgimento das voçorocas¹ também afeta o abastecimento de água, a coleta e tratamento de esgoto, contribuindo para o desenvolvimento de canais incisos, bem como para a qualidade de vida e saúde dos moradores. Esta abordagem ampliada dos equipamentos urbanos e do saneamento básico em Manaus demonstra a complexidade das interações entre infraestrutura, qualidade ambiental e bem-estar da população, destacando a importância de regulamentações e estratégias de gestão eficientes para abordar as questões relacionadas à coleta, tratamento e disposição adequada de resíduos, assim como à drenagem e manejo das águas pluviais (Molinari, 2024).

Portanto, é possível identificar que a constituição de áreas de voçorocas está estreitamente vinculada à produção socioespacial pela qual essas áreas foram submetidas, ficando evidenciado pelo uso dado pela população as essas voçorocas, que acabam por se tornarem pontos de descarte de resíduos (“lixeiros viciadas”), uma vez que o poder público é seletivo, e os equipamentos urbanos são precarizados (Vieira, 2008; Frota Filho, 2016, 2021; Ximenes et al. 2023; Molinari, 2023).

¹ Molinari (2023), aponta que a drenagem pluvial teve participação no surgimento de 39 do total de 41 áreas de risco mapeadas.

CONCLUSÃO

A pesquisa sobre as voçorocas na bacia hidrográfica Colônia Antônio Aleixo, em Manaus, revelou a complexidade e os desafios associados à interação entre processos erosivos e o descarte inadequado de resíduos sólidos. As áreas estudadas demonstraram como a ausência de um planejamento urbano eficiente, aliada à seletividade do poder público na oferta de infraestrutura e serviços básicos, agrava a degradação ambiental e intensifica os impactos das voçorocas. Enquanto regiões centrais da cidade recebem investimentos estruturais e políticas de gestão de resíduos mais eficazes, bairros periféricos como Jorge Teixeira e Gilberto Mestrinho sofrem com a precariedade na coleta e disposição de resíduos, evidenciando desigualdades socioespaciais no acesso ao saneamento e à gestão ambiental.

Observou-se que as voçorocas com grandes quantidades de resíduos encontram-se em franco estágio de expansão, sendo os detritos um fator determinante para a progressão dessas feições erosivas. A análise dos resíduos descartados indicou uma variação diretamente relacionada ao uso do solo no entorno, refletindo tanto a diversidade de atividades nessas áreas quanto a ausência de manejo adequado dos resíduos sólidos. Além disso, a precariedade do serviço de coleta foi um aspecto recorrente nos locais estudados, reforçando a necessidade de modelos específicos e adaptados para atender a essas áreas vulneráveis. Estratégias como a instalação de lixeiras comunitárias próximas às voçorocas, associadas a programas de coleta seletiva e coletas agendadas pela prefeitura, surgem como alternativas viáveis para reduzir os impactos ambientais e conter a expansão dessas feições erosivas. Tais medidas poderiam ainda promover inclusão social, fortalecendo cooperativas de catadores e incentivando a economia circular.

Por fim, a pesquisa destaca que enfrentar os desafios das voçorocas requer uma abordagem integrada, envolvendo o poder público, a iniciativa privada e a sociedade civil. A composição dos resíduos encontrados revela um potencial significativo para reciclagem, especialmente de materiais como plástico e papel/papelão, cujo mercado já está consolidado na Região Metropolitana de Manaus. No entanto, a falta de políticas públicas efetivas e inclusivas impede que essa oportunidade seja plenamente explorada. Dessa forma, este estudo busca contribuir para o debate sobre justiça ambiental e formulação de políticas que promovam a sustentabilidade urbana, assegurando melhores condições de vida para as populações historicamente negligenciadas pelo planejamento urbano seletivo da cidade.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A.N. A cidade de Manaus (primeiros estudos). **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, v. 15: p.18-45. 1953.
- AB'SÁBER, A. N. As boçorocas de Franca. **Revista da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Franca**. Franca, SP, n. 02, ano 01. 1968. p. 04-27.
- ABIPLAST, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO DO PLÁSTICO. **Perfil 2020**. Disponível em: <http://www.abiplast.org.br/publicacoes/perfil-2020/>. Acesso em: 12 jul. 2022.
- ABRELPE, Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. 2021**. Disponível em: http://abrelpe.org.br/pdfs/panorama/panorama_abrelpe_2021.pdf. Acesso 08 de Dezembro de 2022.
- AGUIAR, F. E. O. **As alterações climáticas em Manaus no século XX**. 182 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geociências: Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1995.
- ANDRADE, J. B. L. **Indicadores de Sustentabilidade Aplicáveis à Gestão e Políticas Públicas para os Resíduos Sólidos Industriais: uma contribuição com foco no Polo Industrial de Manaus**. Manaus. Edua, 2014. 176 p.
- ANDRADE, J. B. L. SCHALCH, V. Determinação da composição gravimétrica, peso específico e teor de umidade dos resíduos sólidos produzidos na cidade de Manaus. **Revista Limpeza Pública**, Vol. 44, p. 27-30, 1997.
- AMARAL, Kamila Botelho.; ALVES, José Adailton.; REIS, João Rodrigo Leitão dos.; SILVA, Cintia Fernandes da. **Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos no Amazonas: contexto e perspectivas**. IN: AMARAL, Kamila Botelho.; ALVES, José Adailton.; REIS, João Rodrigo Leitão dos. (Orgs.) Anais do Workshop Internacional sobre gerenciamento de resíduos sólidos. Manaus: A1 Stúdio Gráfico, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-15.483: 2007. **Aparas de papel e papelão ondulado – classificação**. RIO DE JANEIRO: ABNT, 2004.
- AUGUSTIN, C. H. R. R; ARANHA, P. R. A. Voçorocas em Gouveia, MG: Características e Processos Associados. **Geonomos**, v. 14,n. 2, p. 75-86, 2006.
- BARROS, Rodrigo. **A história do saneamento básico na Idade Antiga**. 2017. Disponível em: Acesso em: 21 jun. 2023.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 7. ed. São Paulo: Ícone, 2010.
- BIGARELLA, J.J. e MAZUCHOWSKI, J.Z. Visão integrada da problemática da erosão. In: 3o **Simpósio Nacional de Controle de Erosão**. (Livro Guia). Maringá:ABGE/ADEA. 331 p. 1985.
- BOHRER, C. B. DE A.; GONÇALVES, L. M. C. **Vegetação**. Geografia do Brasil: Região Norte. Rio de Janeiro, v. 3, p.137-168, 1991.

BOTELHO, R. G. M. Bacias Hidrográficas Urbanas. In: GUERRA, A.J.T. **Geomorfologia Urbana**. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p.71 – 110.

BRAGA, B. HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; MIERZWA, J. C.; BARROS, M. T. L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução à engenharia ambiental**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. p.313.

BRAGA, R. **Manaus em 1950**. 2012. Disponível em <bv.am.gov.br>. Acesso em: 18 de março de 2020.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 10 jul. 2024.

BRASIL. Presidência da República. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007 (**Lei do Saneamento Básico**). Disponível em: [Lei nº 11.445 \(planalto.gov.br\)](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2007/leis/l11445.htm). Acesso em 02 ago. 2022.

BRASIL, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Norma Brasileira 10.007**. Dispõe sobre a Amostragem de Resíduos Sólidos. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/residuos/files/2014/04/nbr-10007-amostragem-de-resc3adduos-sc3b3lidos.pdf>. Acesso em 15 de set. de 2022.

BRASIL, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Norma Brasileira 10.004**. Dispõe sobre a classificação dos Resíduos Sólidos. Disponível em: <https://analiticaqmcresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>. Acesso em 15 de set. de 2022.

BRASIL, **Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso 08 de Dezembro de 2020.

BRASIL, **Lei Nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/L14026.htm. Acesso 11 de Dezembro de 2020.

BRASIL. Ministério das Cidades. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (Diagnóstico Temático, Serviços de Água e Esgoto). Brasília, 2019, p. 1-108. Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/acao-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/produtos-do-snis/diagnosticos/DIAGNOSTICO_TEMATICO_VISAO_GERAL_AE_SNIS_2019.pdf. Acesso em: 01 ago. 2024.

BRASIL. Ministério das Cidades. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (Diagnóstico Temático, Serviços de Água e Esgoto). Brasília, 2023, p. 1-108. Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/acao-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/produtos-do-snis/diagnosticos/DIAGNOSTICO_TEMATICO_VISAO_GERAL_AE_SNIS_2023.pdf. Acesso em: 01 ago. 2024.

CALDAS, C. **Inquérito Sanitário** Apresentado ao Exm.Sr. João de Barros Barreto – Diretor Geral do D. N. S. pelo Delegado Federal de Saúde da 2º Região. Manaus, Secretaria de Cultura, 14 de abril de 1943.

CANTÓN, Y.; CHAMIZO, S.; RODRIGUEZ-CABALLERO, E.; LÁZARO, R.; RONCERO-RAMOS, B.; ROMÁN, J.R.; SOLÉ-BENET, A. **Water Regulation in Cyanobacterial Biocrusts from Drylands: Negative Impacts of Anthropogenic Disturbance.** *Water* **2020**, *12*, 720. <https://doi.org/10.3390/w12030720>

CASSETI, V. **Ambiente e Apropriação do Relevo.** São Paulo: Contexto, 1991.

CAVALCANTE, D. de A., de Menezes, A. L. S., Pinheiro, E. C. N. M., & de Oliveira, R. P. (2023). Reaproveitamento de resíduos na construção civil em Manaus. *Brazilian Journal of Development*, *9*(11), 30041–30058. <https://doi.org/10.34117/bjdv9n11-048>

CHRISTOFOLETTI, A. análise morfométrica de bacias hidrográficas. **Revista Geomorfológicas**, Campinas, v.18, n.9, p.35-64, 1969.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Geomorfologia.** São Paulo: Editora Blucher, 1980.

COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B DA. (Org.). **Geomorfologia: uma revisão de conceitos e bases.** 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand, 2008, v. 1, p. 93-148.

COSTA, R. C.; RODRIGUES, T. F. Áreas de Risco na Região Metropolitana de Manaus. In: Reinaldo Corrêa Costa. (Org.). **Riscos, fragilidades e problemas ambientais urbanos em Manaus.** 1ed.Manaus: Editora INPA, 2017.

FERNANDES, M. J. S. **Chuvas Extremas e seus Impactos Socioambientais no Espaço Urbano de Manaus (Am): 1986 a 2015.** 2017. 113f. Dissertação (Mestrado em Geografia) -. Instituto de Filosofia, Ciências Humanas e Sociais, UFAM, Manaus, 2017.

FERREIRA, A. B. H. **Novo Aurélio Século XXI: O dicionário da língua portuguesa.** 3º.ed. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1999.

FERREIRA, A. J. M.; REIS, L. M. I.; SILVA, A. M.; AGUILA, J. L.; PINHEIRO, J. A. C. Controle externo e a gestão dos resíduos sólidos no Amazonas. In: **Resíduos sólidos: Municípios de Estado do Amazonas 2019.** Belo Horizonte: Fórum, 2022. p 23 - 29.

FIGUEIRA, M.; POLARI, J. **Manaus 336 anos.** Jornal do Comércio, Manaus, 22-24, outubro, 2005.

FISCH, G.; MARENGO, J.A.; NOBRE, C.A. **Uma revisão geral sobre o clima da Amazônia.** Acta Amazônica. v. 2: 101-126, 1998

FIORILLO, C. A. P. **Curso de direito ambiental brasileiro.** 10. ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Saraiva, 2009.

FLEURY, J. M. Voçorocas: origem e métodos de contenção. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 3, n. 1/2, p. 201-214, jan./dez. 1983. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/bgg/article/view/4304/3774>. Acesso em 20 de agosto 2023.

FRANZINELLI, E.; IGREJA, H. Ponta das Lajes e o Encontro Das Águas, AM - A formação alter do chão como moldura geológica do espetacular Encontro das Águas Manauara In: Winge, M. et al. **Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil**. 2011. Disponível em: <http://sigep.cprm.gov.br/sitio054/sitio054.pdf>. Acesso em: 16 set. 2018.

FROTA FILHO, A.B. Movimentos De Massa E Voçorocamentos Nas Microbacias Colônia Antônio Aleixo E Boa Vista (Manaus-AM) Relatório Final de Pesquisa de Iniciação Científica). Manaus: DEGEO/UFAM. 62 p.2012

FROTA FILHO, A.B. **Análise da vulnerabilidade erosiva da bacia Colônia Antônio Aleixo, Manaus-AM**. 2016. 195 p. Dissertação (Mestrado em Geografia). Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2016.

FROTA FILHO, A.B. **Alterações antropogênicas na geomorfologia e suas influências na aceleração dos processos erosivos, na bacia hidrográfica colônia Antônio Aleixo, Manaus, am**. 2021. 256f. Tese (Doutorado em Geografia). Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2021.

GOUDIE, A. **The Landforms of England and Wales**. Oxford: Basil Blackwell, 1990.

GOUDIE, A.; VILES, H. **A Salt weathering hazard**. Wiley, 1997.

GUERRA, A. J. T. Processos erosivos nas encostas. In: CUNHA, S.B.; GUERRA, A.J.T. **Geomorfologia: Exercícios, Técnicas e Aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008. p.139-155.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. Processo de urbanização e mudanças na paisagem da cidade de Açailândia (Maranhão). In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da C. (Org.). 239 **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. 1. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009, p. 275-303.

GUERRA, A. J. T. Degradação dos solos - conceitos e temas. In: GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. do C. O. (Org.). **Degradação dos solos no Brasil**. 1ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014, v. 1, p. 15-50.

GUY, H.P. Sediment-control methods in urban development: Some examples and implications. **In: Urban Geomorphology**. D.R. Coates (orgs.). 1976.

HARVEY, David. **A Produção Capitalista do Espaço**. – 2ª edição. São Paulo: Annablume, 2006.

HOUAISS, A.; VILLAR, M.S. **Dicionário Houaiss da língua portuguesa**. Rio de Janeiro, Objetiva, 2001.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Dados populacionais (projeções para 2020)**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/manaus/panorama>. Acesso em 10 de dezembro de 2020.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Dados populacionais (projeções para 2021)**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/manaus/panorama>. Acesso em 10 de dezembro de 2020

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Base de informações do Censo Demográfico 2023: **Resultados do Universo por setor censitário**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023.

IGREJA, H.L.S. **Aspectos do modelo neotectônico da Placa Sul-Americana na Província Estrutural Amazônica**, Brasil. Tese referente ao concurso de Professor Titular. Manaus: UFAM – Departamento de Geologia, 2000. p. 151.

INSTITUTO TRATA BRASIL. O saneamento e a saúde das crianças: estudo sobre a relação entre a falta de saneamento e impactos na saúde infantil. São Paulo: Instituto Trata Brasil, 2021. Disponível em: <https://www.tratabrasil.org.br>. Acesso em: 4 jan. 2023.

JORGE, M. C. Geomorfologia Urbana: conceitos, metodologias e Teorias. In.: **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

JULIAN, C. NUNES, J. O. R. Uso de vant e geoprocessamento para cálculo de solo erodido em voçoroca localizada no distrito de amadeu amaral. marília/sp - brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v.21, n.4, (Out-Dez) p.835-845, 2020.

LANDIN NETO , F. O.; GORAYEB, A.; PEREIRA FILHO, N.S. **Análise das condições hidroclimáticas, hidrogeológicas e morfométricas da bacia hidrográfica do rio Guaribas, Ceará, Brasil: subsídios para a gestão ambiental local**. Boletim Campineiro de Geografia, v.4, n .2, 2014.

LEAL, P. C. **Caracterização e interpretações genéticas de alguns solos da região de Manaus-AM**. 109 F. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1996.

LEFEBVRE, H. **O direito à cidade**. São Paulo: Centauro, 2008a.

LIMA, M.C. de. **Quando o amanhã vem ontem**: a institucionalização da região metropolitana de Manaus e a indução ao processo de metropolização do espaço na Amazônia ocidental. 2014. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8136/tde-06042015-191044/>. Acesso em: 01 mar. 2025.

LIMA, C. C. **Gestão de resíduos plásticos na cidade de Manaus à luz da política nacional de resíduos sólidos: uma contribuição à implantação de logística reversa**. Dissertação de Mestrado em Direito Ambiental. Programa de Pós-Graduação em Direito Ambiental da Universidade do Estado do Amazonas. Manaus, 2012.

LUCAS, Y. **System pedologiques en amazonie bresilienne equilibres, desequilibres et transformation. 1988**. 184 f. Tese de Doutorado, L'Université De Poitiers - U.F.R. Sciences Fondamentales et Appliquees, Paris, 1989.

MANAUS. **Relatórios Anuais (2013 a 2021)** da Secretaria Municipal de Limpeza Pública/SEMULSP. Disponível em: . Acesso em 21/05/2022.

MANAUS. Prefeitura Municipal de Manaus – Defesa Civil/ CPRM. **Mapeamento das Áreas de Risco Geológico (Inundação e Movimentos de Massa) na Area Urbana de Manaus. Manaus, 2019.**

MANAUS, Governo Municipal. Secretaria Municipal de Limpeza Urbana. **Relatório das atividades da SEMULSP: de janeiro a dezembro de 2018**. 2019. 87 p. Disponível em: <https://semulsp.manaus.am.gov.br/relatoriodeatividades/>. Acesso em: 15/09/2022.

MANAUS, Governo Municipal. Secretaria Municipal de Limpeza Urbana. **Relatório das atividades da SEMULSP: Relatório Anual**. 2021. 38 p. Disponível em: <https://semulsp.manaus.am.gov.br/wp-content/uploads/2022/03/RELATORIO-ANUAL-2021.pdf>. Acesso em: 15/09/2022.

MARCUZZO, F. F. N.; CARDOSO, M. R. D. Determinação do ano hidrológico e geoespacialização das chuvas dos períodos úmido e seco da sub-bacia 63. In: **Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto**. 16. 2013. Anais [...] São José dos Campos: INPE, 2013. v.1. p.5612-5619.

MENEZES, R. O. et al. Análise estatísticas da caracterização gravimétrica de resíduos sólidos domiciliares: estudo de caso do município de Juiz de Fora, Minas Gerais. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 2, p. 271-82, 2019.

MELLO, C. C. A; COSTA, L. C. A. **História Moderna e contemporânea**. São Paulo, Scipione. 1999.

MIGUEL, M. G. ; PAIXÃO FILHO, J. L. ; BENATTI, J. C. B. ; LEME, M. A. G. ; MORTATTI, B. C. ; GABRIELLI, GIULIANO ; PEREIRA, S. Y. ; TEIXEIRA, E. N. . **Gravimetric composition of municipal solid waste disposed in a large-scale experimental cell in Southeastern Brazil**. International Journal of Environment and Waste Management (Print) , v. 17, p. 128, 2016.

MONTEIRO, J. H. P. **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos. Secretaria Especial do Desenvolvimento Urbano da Presidência da República**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

MOLINARI. D. C.; SILVA. E. F. O.; ALBUQUERQUE. N. R.; NEVIS. S. Resíduos sólidos e processos geodinâmicos (voçorocas e movimentos de massa) na bacia do Passarinho - Manaus (AM). In: VIEIRA. A.F.S.G; MOLINARI. D.C. **Geografia Física da Amazônia Volume 2**. Alexa Cultural: São Paulo, SP; EDUA: Manaus, AM, 2021. p. 89-107.

MOLINARI, D. C. Vulnerabilidade ambiental em áreas de risco a voçorocamento – Manaus (AM). Tese de Doutorado, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2023.

MOLINARI, D. C. Intervenções públicas em áreas de risco a voçorocamento na cidade de Manaus (AM). **Revista Verde Grande: Geografia E Interdisciplinaridade**, 6(01), 04–30. 2024.

NIR, Dov. Man, **A Geomorphological Agent: An introduction to anthropic geomorphology**. Springer science & business media, 1983.

NUNES, J.O. R.; SILVA, É. C. N. **Estudo geográfico dos depósitos tecnogênicos nos conjuntos habitacionais Jardim Humberto Salvador e Augusto De Paula na cidade de Presidente Prudente**, São Paulo, Brasil. Revista Geográfica da América Central, v. 2, p. 1-13, 2015. Disponível em: https://redib.org/Record/oai_articulo568489-estudo-geogr%C3%A1fico-dos-dep%C3%B3sitos-tecnog%C3%AAnicos-nos-conjuntos-

[habitacionais-jardim-humberto-salvador-e-augusto-de-paula-na-cidade-de-presidente-prudente-s%C3%A3o-paulo-brasil](#). Acesso em: 15 de set. 2022.

OLIVEIRA, M. A. T. DE .; NASCIMENTO , E. E. D. G. Alcovas De Regressão E Expansão De Voçorocas Em Sedimentos Inconsolidados: Praia Mole, Município De Florianópolis, Sc. **Sociedade & Natureza**, [S. L.], V. 8, N. 15, 2021. Doi: 10.14393/Sn-V8-1996-61828. Disponível Em: <https://Seer.Ufu.Br/Index.Php/Sociedadennatureza/Article/View/61828>. Acesso Em: 9 Feb. 2025.

OLIVEIRA, M.A.T. de Erosion Disconformities and Gully Morphology: A Threedimensional Approach. *Catena*. Vol. 16. W. Germany: **Catena** Verlag.1989 p. 413- 423.

OLIVEIRA, M. A. T., 2007, Processos erosivos e preservação de áreas de risco de erosão por voçoroca. In: Guerra, A. J. T.; Silva, A. S. da; Botelho, R. M.. (orgs.) **Erosão e Conservação dos solos: conceitos temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.

PASCHOL, L.; SIMON, A.; CUNHA, C. Geomorfologia Antropogênica e sua inserção em pesquisas brasileiras. **Revista Geographia Meridionalis**, 2015.

PASSOS, M. M. O GTP: Geossistema – Território – Paisagem. Um novo paradigma? In: 12 EGAL, Caminando en una América Latina en transformación. Montevideu/Uruguai, **Anais [12º Encuentro de Geógrafos de América Latina]**, V. 1. 2009. p. 246-272.

PELOGGIA, A. U. G. A cidade, as vertentes e as várzeas: a transformação do relevo pela ação do homem no município de São Paulo. **Revista Do Departamento De Geografia**, v. 16, p. 24-31, 2011.

PENNINGTON, D. R. L. Manaus e Liverpool : **Uma ponte marítima centenária**. Manaus: Editora da Universidade Federal Do Amazonas, 2009. 318 p.

PEREIRA. W. D.; RIBAS. L. C. Voçorocas: métodos e resultados das políticas públicas ambientais implementadas pelo município de Franca visando conter seus avanços e a degradação do espaço urbano. In: I seminário internacional de pesquisa em políticas públicas e desenvolvimento social. Franca, **Anais [I SIPPEDES]** 2014. p.255 – 287.

PINHEIRO, E. DA S.; MARQUES, J. P. C.; KUX, H. J. H. Modelo linear de mistura espectral e métricas da paisagem aplicado ao estudo do desflorestamento em Manaus, Amazonas. In: Simpósio **Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR**. 16., Foz Do Iguaçu, 2010.

POESEN, J.J; NACHTORGALE, J; VERSTRAC, G. Gully erosion and environmental change: importance and research needs. 2003. **Catena**, 50: 91-133.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. **Educação Ambiental e Desenvolvimento Sustentável**. 2. ed. Fortaleza: Editora da UFC, 2015.

ROSS, J.L.S. Geomorfologia aplicada aos EIAs/Rimas. In: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. (Org.). **Geomorfologia e meio ambiente**, Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. 372p.

SALATI, E. The climatology and hydrology of Amazônia. In: PRANCE, G.T.; LOVEJOY, T.E. **Key environments Amazonia**. Oxford: Pergamon Press. p. 18-48. 1985.

SANTOS, M. O Espaço do Cidadão. São Paulo: EDUSP, 2012, 94p.

SARGES, R. R.; SILVA, T. M. da; RICCOMINI, C. CARACTERIZAÇÃO DO RELEVO DA REGIÃO DE MANAUS, AMAZÔNIA CENTRAL. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [S. l.], v. 12, n. 1, 2011. DOI: 10.20502/rbg.v12i1.222. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/222>. Acesso em: 20 nov. 2022.

SELBY, M. J. **Hillslope materials & processes**. New York, Oxford University Press, 1982.

SEREJO SANTANA, F.; PEREIRA LOPES, R. “Lei 14.026/2020: a nova lei de saneamento básico do Brasil como mecanismo concretizador da dignidade da pessoa humana”. *Revista do CEPEJ*, n. 24, 2022, p. 242.

SCHOR, T.; OLIVEIRA, J. A. Reflexões metodológicas sobre o estudo da rede urbana no Amazonas e perspectivas para a análise das cidades na Amazônia brasileira. **Acta geográfica** (UFRR), Ed.esp, p. 15-30, 2011.

STRAHLER, A. N. Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. **Bulletin Geological Society of America**, v. 63, p. 1117-1142, 1952.

SILVA, C. L. **Análise da tectônica cenozoica da Região de Manaus e adjacências**. 2005. 309 f. Tese (Doutorado em Geologia Regional) – UNESP, Rio Claro, 2005.

SILVA, A. M. da et al. Erosividade da chuva e erodibilidade de Cambissolo e Latossolo na região de Lavras, sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 33, n. 6, p. 1811-1820, 2009.

SILVA, R.S.; MAGALHÃES, H. Ecotécnicas urbanas. Santa Maria, 1983. Ed. UFSM; Ijuí: Ed. UNIUI. **Ciencia & Ambiente**, v.4, n 7, p. 33-42.

SILVA, A. M. Rainfall erosivity map for Brazil. **Catena**, v. 57, p. 251-259, 2004.

SILVA, Luisa Thaynara Muricy De Souza et al.. **Poluição do solo por metais pesados: uma revisão de literatura**. Anais I CONIMAS e III CONIDIS... Campina Grande: Realize Editora, 2019. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/63774>>. Acesso em: 08/02/2025 15:57

SIPAM – Sistema de Proteção da Amazônia. **Estudo do desmatamento na Zona Urbana de Manaus e sua relação com a expansão demográfica**. Manaus: CENSIPAM/CTO-MN/DAMB. (cd room), 2005.

SITUBA, N.S. **Entre ruas, calçadas, praças, praias, mercados, feiras e jardins: A limpeza urbana de espaços e logradouros públicos de Tefé e Coari – Amazonas**. Dissertação (Mestrado em Geografia) –Universidade Federal do Amazonas – AM, 2017.

SITUBA, N. dos S. **Lixo de rico, lucro de pobre? Geografia do lixo na região metropolitana de Manaus**. (Tese de Doutorado) - Universidade Federal Fluminense - 2022.

SOUZA, I. N. T; MATA, M. S.S; GUEDES, R.O. Análise da utilização do asfalto borracha na pavimentação como uma solução técnica e sustentável. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano. 06, Ed. 12, Vol. 04, pp. 05-19. Dezembro de 2021. ISSN: 2448-0959, Link de acesso: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/asfalto-borracha>.

SUERTEGARAY, D.M.A. Notas sobre epistemologia da Geografia. In: **Cadernos Geográficos / Universidade Federal de Santa Catarina**. Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Departamento de Geociências. N.1 (Maio 1999)-. – Florianópolis: Imprensa Universitária, 1999.

TAVARES, J. S; VIEIRA, A. F. Análise preliminar da ocorrência de voçorocas na BR 174, Trecho Manaus - Presidente Figueiredo (AM). In: **ANAIS DO VIII SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA**. Anais [...] Recife: VIII Simpósio Nacional de Geomorfologia - Sensitividade de Paisagens: Geomorfologia e as mudanças ambientais, 2010.

TEIXEIRA, D. R.; PAZ, F. N. V.; PRADO, G. L.; MARÓN, J. R. L.; MALVÁSIO, A. Caracterização da disposição dos Resíduos Sólidos gerados no município de Palmas - Tocantins: Um estudo de caso em quadras selecionadas. **Espaço e Geografia** (UNB), V. 16, P. 1-39, 2013.

TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO AMAZONAS. Relatório de atividades do exercício de 2018. Manaus: TCE-AM, 2018. Disponível em: <https://www.tce.am.gov.br>. Acesso em: 4 jan. 2023.

URBAN, M. A. In Defense of crappy landscapes (Core Tenet #1). In: **The Palgrave Handbook of Critical Physical Geography**. Palgrave Macmillan, 2018. p. 49-66.

VIEIRA, .A.F.G. (1998). **Erosão por voçorocas em áreas urbanas: o caso de Manaus (AM)**. (Dissertação de Mestrado). Florianópolis: DPGG/UFSC. 181 p.

VIEIRA, A.F.G.; ALBUQUERQUE, A.R.da C. (2004). Cadastramento de voçorocas e análise de risco erosivo em estradas: BR-174 (Trecho Manaus – Presidente Figueiredo). In: **V Simpósio Nacional de Geomorfologia e I Encontro Sul- Americano de Geomorfologia. (Anais)**. Santa Maria: UGB/UFMS. p. 50-65

VIEIRA, A.F.G. **Desenvolvimento e distribuição de voçorocas em Manaus (Am): Principais fatores controladores e impactos urbano-ambientais**. Tese (Doutorado em Geografia) - Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

VIEIRA, A.F.G; ABREU, N. R.; Histórico das voçorocas em Manaus-Amazonas-Brasil. **GEONORTE**, Manaus, Edição Especial 4, V.10, N.1, 2014.

XIMENES, G.P, MOLINARI, D. C; VIEIRA, A. F. S.G. Análise gravimétrica dos resíduos sólidos no interior de Voçorocas: O caso da bacia hidrográfica do Colônia Antônia Aleixo (Manaus/AM). **Revista Verde Grande: Geografia E Interdisciplinaridade**, 5(02), 81–95. 2023.

APÊNDICE A – Ofício recebido pela concessionária Marquise ambiental.

Manaus-AM, 25 de fevereiro de 2025.

OFÍCIO 004/MQS/GER/2025

À Universidade Federal do Amazonas

Prof. Dr. Antônio Fábio Sabbá Guimarães Vieira – Coordenador do Programa de Pós-graduação em Geografia.

REF.: Resposta a solicitação de informações sobre itinerário e horários nos bairros Jorge Teixeira e Gilberto Mestrinho.

A **CONSTRUTORA MARQUISE S/A**, pessoa jurídica de direito privada inscrita no CNPJ sob o no. 07.950.702/0001-85, com sede à Avenida Pontes Vieira, no. 1.838, Bairro Dionísio Torres, em Fortaleza, Ceará, e filial com endereço à Torquato Tapajós, nº 4240-B, Bairro Colônia Santo Antônio, em Manaus, Amazonas, inscrita no CNPJ sob o no 07.950.702/0002-66, na qualidade de contratada para prestação dos serviços pertencentes ao sistema de limpeza urbana do Município de Manaus, na forma do **Contrato de Prestação de Serviços** vem, pelo presente, em resposta ao ofício recebido em 17 de fevereiro de 2025 desta instituição, esclarecer o que segue:

A coleta de resíduos sólidos domiciliares nos **Bairros Gilberto Mestrinho e Jorge Teixeira** ocorre diariamente de segunda à sábado entre 06:00hs e 15:20hs, em necessidade de pontos específicos para mais informações será preciso mais detalhes do campo, tendo em vista do campo geográfico da realização da coleta ser extenso.

Todos os equipamentos envolvidos nesta operação de coleta são "rastreados" via GPS em tempo real para garantir que todas as ruas em condições de tráfego sejam devidamente coletadas. Enviamos a seguir o mapa de rastreamento das rotas envolvidas na coleta dessa região compreendendo o período entre o dia 17 a 22/02/2025 que evidenciam a conclusão dos roteiros (figuras 01 a 20).

Para que possamos responder com mais precisão, sugerimos que nos enviem a localização exata dos pontos abordados onde foi comunicada esta deficiência para que possamos apurar e responder corretamente em razão da extensão da área que estes bairros abrangem.

Av. Torquato Tapajós, 4240B
Colônia Santo Antônio - Manaus/AM
+55 (92) 3617.9000 - (92) 3617.9021



Fonte: Marquise ambiental, 2025.

