BACIAS HIDROGRÁFICAS URBANAS DE MANAUS-AM: CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS E IMPACTOS AMBIENTAIS

Antonio Fábio Sabbá Guimarães Vieira [1]

Armando Brito da Frota Filho [2]

RESUMO

A cidade de Manaus apresenta um conjunto de bacias hidrográficas fortemente influenciadas pelo processo de urbanização, o que tem contribuído para alterações significativas na dinâmica hidrológica e geomorfológica desses ambientes. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo apresentar uma caracterização geral de importantes bacias urbanas de Manaus-AM, com destaque para as bacias do São Raimundo, Colônia Antônio Aleixo, Mauazinho e Educandos, enfatizando aspectos morfométricos e os principais impactos ambientais associados. A metodologia adotada possui caráter descritivo, fundamentada em levantamento bibliográfico, análise de dados morfométricos e interpretação de estudos previamente realizados nessas bacias. Os resultados evidenciam a ocorrência de diversos problemas ambientais relacionados ao avanço da urbanização, tais como assoreamento de canais, lançamento de esgoto sem tratamento, descarte irregular de resíduos sólidos, ocupações irregulares, processos erosivos do tipo voçoroca e alterações na dinâmica fluvial decorrentes de intervenções estruturais, como retificação e cimentação de canais. Observa-se ainda que as bacias analisadas apresentam diferentes níveis de suscetibilidade a processos erosivos, movimentos de massa e inundações, diretamente relacionados às condições geomorfológicas e às formas de uso e ocupação da terra. Conclui-se que a intensa urbanização ocorrida em Manaus promoveu profundas transformações ambientais nas bacias hidrográficas urbanas, reforçando a necessidade de planejamento urbano integrado e de medidas voltadas à recuperação e preservação desses sistemas ambientais.

Palavras-chave: bacias hidrográficas urbanas; geomorfologia urbana; impactos ambientais; voçorocas; Manaus.

INTRODUÇÃO

A cidade de Manaus, capital do Amazonas, ocupa uma área de mais de 440 km^2, onde se encontram 19 bacias, classificadas em função de suas respectivas localizações em três grupos: bacias do oeste (três bacias), bacias do sul (nove bacias) e bacias do leste (sete bacias), que juntas ocupam uma área superior a área urbana de Manaus, com pouco mais de 510 km^2 (Vieira, 2008).

Os estudos direcionados às bacias hidrográficas urbanas na região ainda são incipientes, visto que a maior parte das investigações que utiliza as bacias como recorte analítico concentra-

[1] Doutor em Geografia, Professor Titular do Departamento e membro do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal do Amazonas, Bolsista produtividade – CNPq, fabiovieira@ufam.edu.br;

[2] Doutor em Geografia, Professor Assistente do Departamento e membro do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal do Amazonas, armando.filho@ufam.edu.br ;

se nos grandes sistemas fluviais amazônicos, como os rios Amazonas, Negro e Madeira, em detrimento das pequenas bacias urbanizadas (Vieira; de Paula, 2026). Apesar disso, algumas dessas unidades localizadas em espaço urbano vêm sendo objeto de investigação, sobretudo em função das transformações geomorfológicas e dos impactos ambientais decorrentes da intensificação da ocupação urbana. Dentre as maiores bacias inseridas no espaço urbano de Manaus, destacam-se a do Tarumã, São Raimundo e Educandos, que juntas somam mais de 385 km^2, correspondendo a cerca de 70% de toda área ocupada pelas bacias. Destacam-se também outras bacias em função de alterações e impactos envolvidos, como as bacias Colônia Antônio Aleixo e Mauzinho.

A respeito das alterações pelas quais passam as bacias em ambiente urbano, a existência de uma superfície impermeabilizada, contribui para a geração de fluxos superficiais (Botelho; Silva, 2004), que podem se tornar impactantes, a depender de outras condições, como declividade do terreno que facilite o escoamento ou mesmo sistemas de drenagem pluviais ineficientes. Segundo Botelho (2011), as bacias hidrográficas urbanas tendem a apresentar redução no tempo de concentração das águas, o que favorece a intensificação de episódios de alagamento em comparação às condições prévias ao processo de urbanização.

As alterações superficiais, juntamente com o volume precipitado, podem favorecer a ocorrência em determinados pontos, para o surgimento de processos erosivos que podem levar a formação de feições erosivas como as voçorocas – incisão comum na região de Manaus.

Assim, o presente trabalho busca apresentar um panorama geral de quatro importantes bacias hidrográficas: São Raimundo (com destaque para o seu canal principal, o Igarapé do Mindú), Educandos, Colônia Antônio Aleixo e Mauazinho, que se destacam pelas intensas alterações e impactos ambientais existentes em suas áreas.

METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho possui caráter descritivo, com abordagem dedutiva. Assim, partiu-se de levantamento de fontes secundárias tais como: teses, dissertações, artigos, relatórios técnicos dentre outras fontes, relacionadas a estudos realizados em bacias hidrográficas urbanas de Manaus no que concerne a morfometria e impactos relacionados

(voçorocamentos, inundações e alterações nos ambientes fluviais resultantes da urbanização), finalizando com uma análise crítica sobre o tema central.

Área de Estudo

A área de estudo compreende o sítio urbano da cidade de Manaus, a qual comporta 19 bacias (Figura 1), as quais estão assentadas sobre a litologia da Formação Alter do Chão. Essas bacias são fortemente influenciadas pelo clima, onde a precipitação média anual fica em 2339,3 mm para o período de 1986 a 2015 (D'Ávila Junior; Vieira, 2019). Além disso, a forte influência do barramento hidráulico exercido pelo rio Negro, contribui sobremaneira para a dinâmica hídrica dessas bacias, pois influencia na vazão, velocidade do fluxo, tempo de resposta hidrológica, nível da água, etc., e consequentemente nos processos de erosão (Frota Filho; Vieira, 2024) que podem resultar no surgimento de voçorocas e nos reflexos desses processos, como o assoreamento de canais (Barbosa, 2013), os quais podem contribuir para a inundação das áreas do entorno.

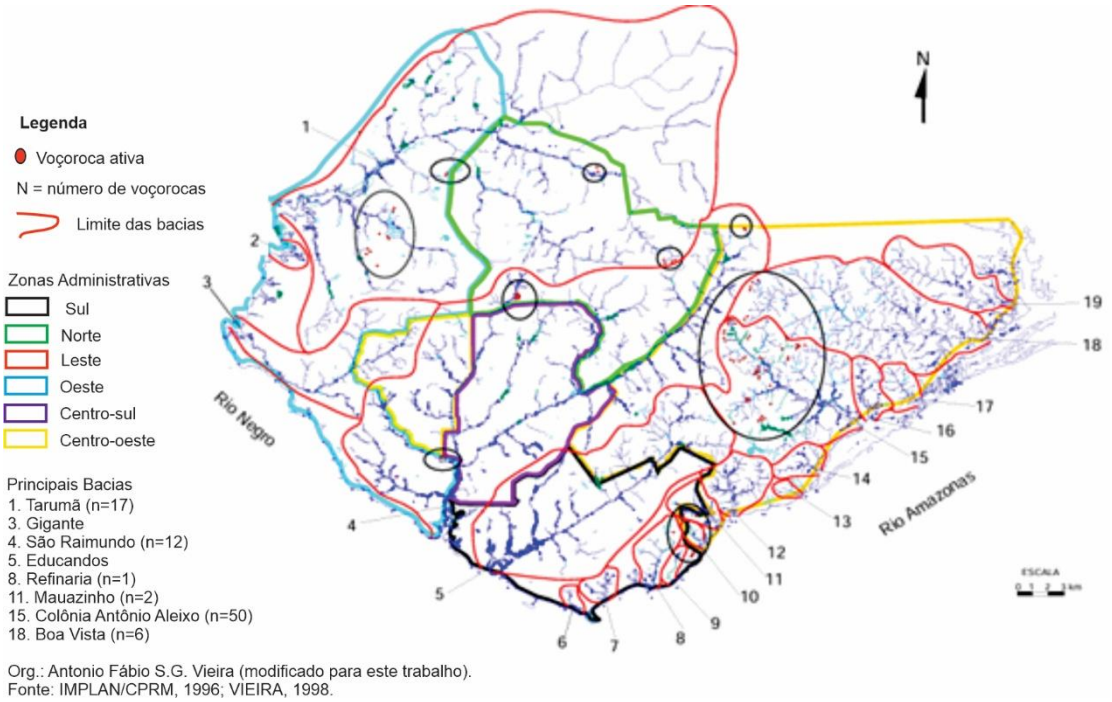


Figura 1: Delimitação das bacias urbanas em Manaus-AM.

Em termos de relevo, regionalmente essas bacias estão localizadas no Planalto Dissecado Rio Negro-Uatumã, cuja altimetria não ultrapassa os 200 metros (Dantas; Maia, 2010). Localmente, o relevo é caracterizado por platôs de extensão variadas que terminam em encostas em sua maioria com base convexa e vales encaixados, com exceção da porção oeste da cidade de Manaus, com vales são mais abertos (Vieira, 2008).

Quanto aos solos, predomina o Latossolo Amarelo de textura média, ocorrendo principalmente nos platôs e nas porções superiores das encostas. Abrangem em menor área os Argissolos, Espodossolos, Gleissolos e margeando boa parte desses canais os Neossolos Flúvicos.

Por fim, a vegetação original da cidade de Manaus compreende a Floresta Ombrófila Densa e em menor área a Floresta Ombrófila Aberta. Todavia, com a grande expansão da cidade ocorrida desde a década de 70 (século XX), essa vegetação vem diminuindo em termos de abrangência, ficando restrita a áreas da cidade, como o Campus da UFAM, Parque do Mindú, áreas do Exército, Aeroporto e Reserva Adolfo Ducke.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados estão aqui distribuídos por bacias, a saber:

a) Bacia do São Raimundo: considerada a segunda maior bacia hidrográfica de Manaus, ocupa uma área de 120.216 km^2, com o canal principal, o igarapé do Mindu com uma extensão de 20.961 km e classificada como de 5^a ordem, pelo modelo de Strahler (1952) (Santana, 2024). Apresenta uma densidade hidrográfica de 3,860 e uma densidade de canais 1,914 (Santana, 2024) e 211 canais, os quais totalizam 208.525 km de comprimento (Vieira, 2008). A extensão do percurso superficial fica em 0,261 km (Santana, 2024) e nesta bacia foram encontradas no ano de 2008, 12 voçorocas ativas (Vieira, 2008).

Os principais problemas ambientais que afetam essa bacia não diferem significativamente dos observados nas demais bacias, destacando-se a poluição dos canais pelo lançamento de esgoto sem tratamento, a perda da vegetação natural em decorrência das obras de retificação do canal, o assoreamento em diversos trechos, contribuindo para recorrentes inundações, além das ocupações irregulares em suas margens e do descarte inadequado de resíduos sólidos.

Seu canal principal (Igarapé do Mindu), em seu curso superior, apesar de corresponder à porção de maiores cotas altimétricas da bacia, apresentou registros de inundações, deslizamentos e feições erosivas (Figura 2).

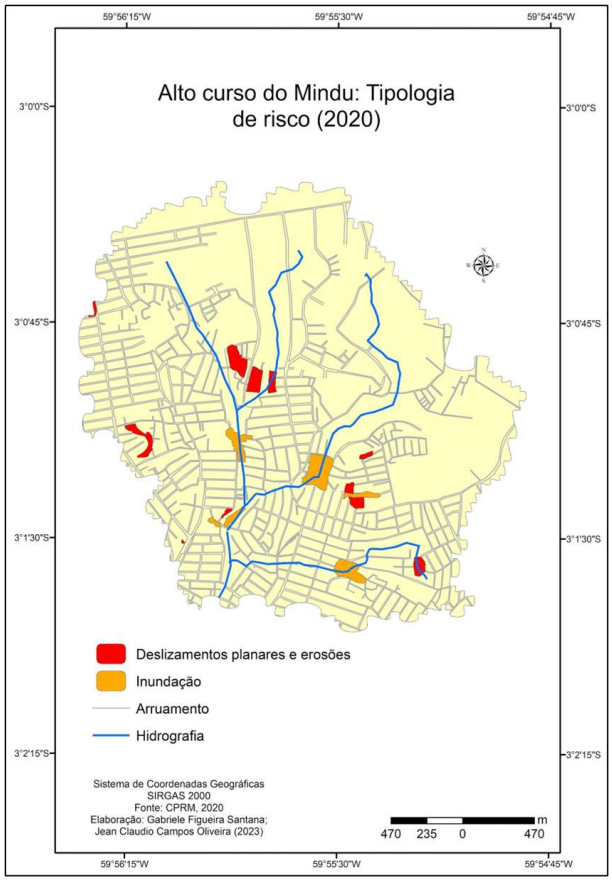


Figura 2: Curso Superior da Bacia do Mindu. **Fonte:** Santana (2024).

b) Bacia da Colônia Antônio Aleixo: classificada como de 5ª ordem pelo modelo de Strahler (1952), localizada na zona leste da cidade com desembocadura para o sistema do Rio Amazonas, com uma área de 24,93 km^2, tendo o canal principal 7,45 km de extensão. Apresenta uma densidade hidrográfica de 5,14 e uma densidade de canais 6,2 os quais somam 228.300 km de comprimento. A extensão do percurso superficial fica em 0,080 km e nesta bacia foram encontradas no ano de 2021, 26 voçorocas ativas (Frota Filho e Vieira, 2024).

Essas incisões impactam diretamente os canais dessa bacia, tornando o assoreamento uma condição recorrente na bacia Colônia Antônio Aleixo. Com base nos resultados obtidos por Frota Filho e Vieira (2026a), em quatro voçorocas monitoradas na área, verificou-se que essas feições foram responsáveis pelo aporte de 261.947,57 m³ de sedimentos aos canais da bacia, o

equivalente a 331.798,19 toneladas. Outro aspecto relevante relacionado à degradação ambiental nessa bacia refere-se ao uso das voçorocas como áreas de despejo de resíduos domésticos, comerciais e industriais (Frota Filho; Vieira, 2026b). Em análise gravimétrica realizada nessas incisões, constatou-se que os plásticos representam a maior parcela dos resíduos sólidos descartados, correspondendo a 30% do volume total, seguidos por outros materiais (24%), papel (23%), matéria orgânica (20%) e metais (3%) (Ximenes; Molinari; Vieira, 2023).

c) Bacia do Mauazinho: classificada como de 3ª ordem pelo modelo de Strahler (1952), localizada na zona leste da cidade com desembocadura para o sistema do Rio Amazonas, com uma área de 2,49 km^2, tendo o canal principal 2,32 km de extensão. Apresenta uma densidade hidrográfica de 7,20 e uma densidade de canais 3,62 os quais totalizam 10,356 km de comprimento. A extensão do percurso superficial fica em 0,138 km e nesta bacia foram encontradas no ano de 2021, 01 voçoroca ativa (Vieira, 2008; Lessa, 2019).

Essa bacia, figura como sendo uma das que apresentam risco alto (Figura 3) quanto a enchentes, movimentos de massa e voçorocamento (Marinho, 2026). Registra-se nessa bacia, várias cicatrizes de movimentos de massa e quatro voçorocas ativas, além da ocorrência de lixeiras viciadas que contribuem para a degradação ambiental (Marinho et al., 2025).

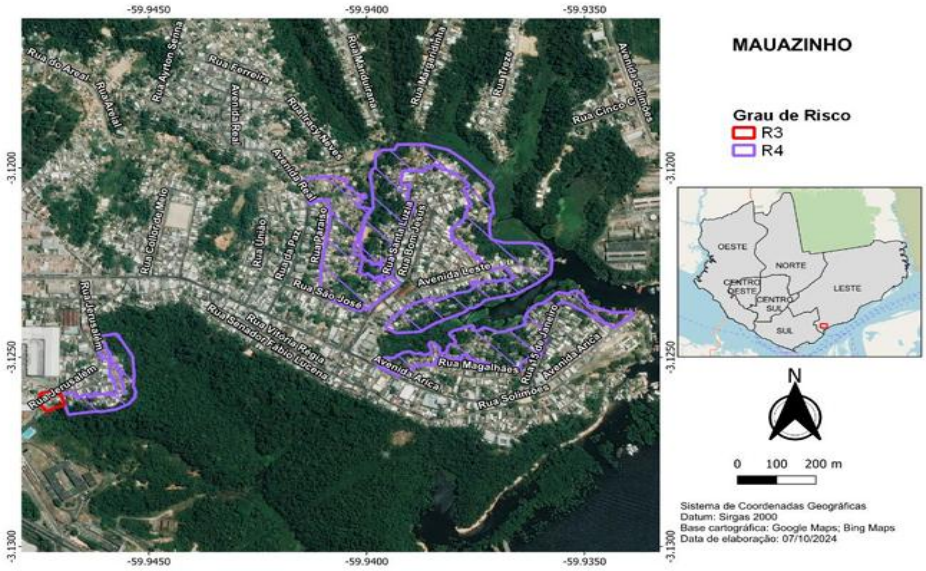


Figura 3: Delimitação das áreas de risco na Bacia do Mauazinho. **Fonte:** Marinho et al., 2026.

d) Bacia do Educandos: compreende uma área de cerca de 160.200 km^2, onde seu canal principal se estende por cerca de 19,3 km (Igarapé do Quarenta). Apresenta uma densidade hidrográfica de 1,32 e uma densidade de drenagem de 1,30 assim totalizam 208,525 km de comprimento. A extensão do percurso superficial é de 0,384 km (Vieira, 2008) e nesta bacia estão as principais ações relacionadas ao PROSAMIM.

O principal aspecto de destaque nessa bacia refere-se à implantação do PROSAMIM, que, segundo a UGPE (2026), consiste em um programa abrangente de intervenções voltadas à melhoria ambiental, urbanística e habitacional (Figura 4). Apesar das transformações na paisagem urbana serem perceptíveis, incluindo alterações significativas na drenagem fluvial dos canais contemplados pelo projeto, ocorreram impactos negativos ao meio.



Figura 4: Alterações na paisagem urbana relacionadas às intervenções do PROSAMIM.
Fonte: UGPE (2026).

Assim, o canal sofreu diversas alterações, com destaque para a retirada da cobertura vegetal preexistente que, embora não correspondesse à composição florística original da vegetação primária local, constituía uma comunidade vegetal e faunística adaptada e consolidada no ambiente.

Nesse sentido, conforme análise de Frota Filho (2019) destacam-se diversos impactos decorrentes dessas intervenções, como sendo: 1) retirada da vegetação de grande porte; 2) a

exposição do solo favorece a diminuição da infiltração, o aumento do escoamento superficial e do transporte de sedimentos para o canal, intensificando o assoreamento; 3) as gramíneas implantadas nas margens para conter o escoamento apresentam menor eficiência quando comparadas à vegetação arbórea; 4) a retificação do canal (Figura 5) altera sua dinâmica natural, aumentando a vazão e reduzindo o tempo de permanência da água; 5) a cimentação do leito do canal, que reduz a rugosidade, eleva a velocidade do fluxo e intensifica o potencial erosivo.

Esses impactos foram todos observados e sentidos de forma intensa durante a cheia do rio Negro em 2013, que provocou o barramento hidráulico do curso principal da bacia (Igarapé do Quarenta) e consequentemente de seus tributários (Frota Filho, 2019).



Figura 5: Educandos, médio curso. **Fonte:** Google Earth Pro, 2020. **Org:** Armando Brito da Frota Filho, 2020.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As bacias hidrográficas urbanas de Manaus apresentam intensa transformação ambiental e remodelagem geomorfológica decorrente do processo de urbanização, refletida em alterações na dinâmica hidrológica, ecológica e mesmo social desses sistemas. As análises realizadas evidenciaram que as bacias São Raimundo, Colônia Antônio Aleixo, Mauazinho e Educandos apresentam distintas características morfométricas, como densidade de drenagem, amplitude altimétrica e declividades. Contudo, todas registram problemas ambientais semelhantes, associados expansão urbana acelerada e em muitos casos, sem considerar as

condicionantes geomorfológicas locais. Entre os principais impactos observados destacam-se a impermeabilização do solo, a ocupação irregular de Áreas de Preservação Permanente (APPs) e a expansão urbana em áreas de diferentes condições socioeconômicas, sobretudo nas margens dos canais e encostas. Somam-se a isso as intervenções estruturais nos canais fluviais, o descarte inadequado de resíduos sólidos e o lançamento de efluentes sem tratamento, fatores que contribuem para alterações morfológicas, intensificação dos processos erosivos, assoreamento e comprometimento da dinâmica hidrossedimentológica e ecológica desses sistemas. Destaca-se o papel exercido pelas voçorocas na produção de sedimentos, contribuindo diretamente para o assoreamento dos canais e para o agravamento de episódios de inundação.

Verifica-se ainda que programas de intervenção urbana, como o PROSAMIM, embora tenham contribuído para mudanças urbanísticas e habitacionais, também resultaram em alterações relevantes na configuração dos ambientes fluviais urbanos, nem sempre compatíveis com a dinâmica fluvial natural. As alterações promovidas em canais urbanos, como retificação, cimentação do leito e remoção da vegetação ripária, modificam significativamente a dinâmica natural do fluxo hídrico, aumentando a velocidade da água, reduzindo a infiltração e intensificando processos erosivos. Tais intervenções evidenciam a necessidade de planejamento ambiental mais integrado, considerando não apenas soluções estruturais, mas também os aspectos geomorfológicos, hidrológicos e ecológicos das bacias.

Dessa forma, reforça-se a importância de estudos voltados às bacias hidrográficas urbanas de Manaus, sobretudo diante do crescimento urbano contínuo da cidade e de seus reflexos sobre os sistemas ambientais. Medidas de monitoramento, recuperação ambiental, controle da ocupação irregular e preservação da vegetação ripária mostram-se fundamentais para minimizar os impactos observados e contribuir para uma gestão mais sustentável desses ambientes.

AGRADECIMENTOS

À CAPES e FAPEAM pelo apoio à pesquisa por meio do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Amazonas. Ao CNPq pela concessão de bolsa relativo à Chamada Nº 18/2024 - Bolsas de Produtividade em Pesquisa – PQ, processo n. 303158/2025-5, relativo ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, A.J. **Voçorocas e a produção de sedimentos na bacia da Colônia Antônio Aleixo em Manaus (AM).** 2013. 89f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Amazonas, Programa de Pós-graduação em Geografia, Manaus: 2013.

BOTELHO, R.G.M.; SILVA, A.S. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental**. In:** VITTE, A. C.; GUERRA, A.J.T. **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p.153-192.

BOTELHO, R.G.M. Bacias Hidrográficas Urbanas. In: Guerra, A.J.T. (Org.). **Geomorfologia Urbana.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p.71-115.

DANTAS, M.E.; MAIA, M.A.M. Compartimentação geomorfológica. In: MAIA, M.A.M.; MARMOS, J.L. **Geodiversidade do estado do Amazonas.** Manaus: CPRM, 2010. p.27-44.

D'ÁVILA JUNIOR, J. C. M.; VIEIRA, A.F.S.G. Padrões pluviométricos da cidade de Manaus-AM: 1986 a 2015. **Revista Boletim Paulista de Geografia**, v.2, p.1-31, 2019.

FROTA FILHO, A.B. **Alterações na Geomorfologia original da Bacia do Educandos, Manaus-AM.** 2019. 80f. Monografia (TCC em Geografia). Departamento de Geografia. Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2019.

FROTA FILHO, A.B.; VIEIRA, A.F.S.G. Alterações geomorfológicas na bacia do Educandos, Manaus-AM: Análise das intervenções antrópicas na rede drenagem. In: LIMA, M.C. de; NOGUEIRA, R.J.B.; ARAÚJO, N.J.S. (Orgs.). **A Geografia Amazônica em múltiplas escalas.** Volume 5. Embu das Artes - SP: Alexa Cultural, 2024. p.39-52.

FROTA FILHO, A.B.; VIEIRA, A.F.S.G. Eroded soil estimative at Colônia Antônio Aleixo drainage basin. Manaus Municipality, Amazonas State, Brazil. **Revista Brasileira de Geomorfologia.** *In press*. 2026a.

FROTA FILHO, A.B.; VIEIRA, A.F.S.G. Variáveis geomorfométricas da Bacia Colônia Antônio Aleixo (Manaus-AM): Implicações para susceptibilidade erosiva. In: ALVES, G.B. (Org.). **Processos e Formas de Vertente.** Vol. II. Mossoró, RN: Edições UERN, 2026b. p.38-56.

LESSA, R.E. **Análise antropogeomorfológica da bacia hidrográfica do Mauazinho (Manaus/AM)**. 2019. 148f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Amazonas, Programa de Pós-graduação em Geografia. Manaus: 2019.

MARINHO, R.R.; VIEIRA, A.F.S.G.; MOLINARI, D.C.; RIBEIRO, D.F.; LATRUBESSE, E.M.; SEVERO, E.B.; SILVA NETO, J.C.A.; ALBUQUERQUE, N.R.; FILIZOLA JR., N.P.; MARTINS, R.S.; NASCIMENTO, THAYNÁ, R.N. **Plano municipal de redução de riscos – PMRR: Etapa 2 – Mapeamento do risco**. Volume 1. 2025. 238f. Relatório de Pesquisa. Manaus: Ministério das Cidades/Prefeitura Municipal de Manaus/Universidade Federal do Amazonas, 2025.

MARINHO, R.R. Diagnóstico geomorfológico dos setores de risco a desastres na área urbana de Manaus/AM. In: MARINHO, R.R. (Org.). **Redução de riscos de desastres socioambientais em Manaus (AM).** Embu das Artes, SP/Manaus, AM: Alexa Cultural/EDUA, 2026. p.15-23

SANTANA, G.F. **Análise da vulnerabilidade socioambiental e os riscos de inundação no alto curso da bacia do Mindu (Manaus-AM).** 2024. 115f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2024.

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

UGPE - Unidade Gestora de Projetos Especiais. **Programa Social e ambiental dos Igarapés de Manaus (PROSAMIM).** Manaus: Governo do Amazonas, 2026. Disponível em: https://www.ugpe.am.gov.br/programas/prosamim/ Acesso em: 27/05/2026.

VIEIRA, A.F.G. **Desenvolvimento e distribuição de voçorocas em Manaus (AM): principais fatores controladores e impactos urbano-ambientais.** 2008. 310f. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

VIEIRA, A.F.S.G.; DE PAULA, T.G. Uma análise introdutória sobre o assoreamento de um canal urbano na cidade de Rio Preto da Eva (AM). **Revista Caminhos de Geografia.** V. 27, e2724. 2026. p.1-17
Disponível em: https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/79431/
DOI: https://doi.org/10.14393/RCG2779431 Acesso em: 01/05/2026

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 Colônia Antônio Aleixo (Manaus/AM). **Revista Verde Grande:** Geografia e interdisciplinaridade. Vol. 5, N.2, 2023. p.81-95