



PAISAGENS DE RISCO GEOMORFOLÓGICOS EM MANAUS (AM): DESAFIOS PARA A REDUÇÃO DE DESASTRES NO ESPAÇO URBANO¹

Rogério Ribeiro Marinho ²
Antonio Fábio Sabba Guimarães Vieira ³
Deivison Carvalho Molinari ⁴

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo apresentar um diagnóstico dos setores de risco de desastres relacionados a processos geomorfológicos na paisagem urbana de Manaus, Amazonas. A cidade, com população estimada de 2.063.689 habitantes, apresenta 99% de seus residentes concentrados em menos de 5% da extensão territorial do município, resultando em uma densidade demográfica de quase 200 hab/km². O contexto geográfico do sítio urbano é caracterizado pela proximidade com grandes rios e igarapés, elevada pluviosidade e terrenos íngremes, fatores que potencializam a suscetibilidade a desastres socioambientais. Os principais riscos geomorfológicos identificados são movimentos de massa, feições erosivas do tipo voçoroca, cheias de rios, inundações bruscas, alagamentos e enxurradas. A metodologia empregada incluiu análise de ocorrências registradas pela Defesa Civil (2022-2024), caracterização do meio físico e do uso do solo, além de trabalhos de campo realizados entre junho e outubro de 2024, com visitas técnicas aos setores e levantamento de imagens aéreas com drone. Os resultados revelam 1600 setores de risco mapeados, sendo 1281 relacionados a erosão, deslizamentos e movimentos de massa, e 319 associados a inundações. Desse total, 634 setores apresentam alto e muito alto grau de risco, dos quais 89% estão relacionados a processos erosivos e movimentos de massa. As zonas Leste e Norte da cidade, que possuem maior densidade populacional, concentram mais de 62% dos atendimentos da Defesa Civil. O histórico de ocorrências (7364 registros entre 2022 e 2024) indica maior incidência entre dezembro e abril, com pico em março (aproximadamente 20% da média anual). Identificaram-se como principais fatores de risco: a ocupação de divisores das principais bacias urbanas com elevada declividade e solos vulneráveis, resultando em áreas com alto risco de movimentos de massa e erosão por voçorocas; e a ocupação de planícies (margens de igarapés e rios), gerando setores vulneráveis a eventos hidrológicos extremos. Os principais desafios para a gestão desses riscos incluem a expansão desordenada da cidade com ocupações irregulares em áreas verdes, o baixo orçamento municipal e a escassez de especialistas para implementação de ações de redução de riscos. Este diagnóstico contribuirá para o desenvolvimento do primeiro Plano Municipal de Redução de Risco de desastres de Manaus, em elaboração por pesquisadores da UFAM em parceria com a Prefeitura Municipal e o Ministério das Cidades, com proposições de

¹ Este projeto é financiado pelo EDITAL 004/2024 - PEX-CT&I/FAPEAM e pela Secretaria Nacional de Periferias do Ministério das Cidades.

² Professor do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Amazonas - UFAM, rogeo@ufam.edu.br;

³ Professor do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Amazonas - UFAM, fabiovieira@ufam.edu.br;

⁴ Professor do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Amazonas - UFAM, molinari_geo@yahoo.com.br;



intervenções estruturais e não estruturais, incluindo critérios de priorização especialmente para os setores classificados como de alto e muito alto risco.

INTRODUÇÃO

A expansão urbana no Brasil, processo também presente nas cidades da Amazônia, tem causado mudanças significativas no uso da terra nas últimas décadas. Alagamentos geralmente ocorrem em bacias urbanas médias e pequenas, enquanto movimentos de massas são mais comuns em áreas com terrenos íngremes. Desastres sócio naturais frequentemente afetam de forma significativa os grandes centros urbanos, onde os programas de gestão são deficientes. Muitas vezes, as intervenções de drenagens urbanas falham por não adotarem uma abordagem multidisciplinar que considere as condições naturais dos cursos d'água (Latrubesse, 2009).

De acordo com o Marco de Sendai para Redução do Risco de Desastres, um desastre é definido como uma séria interrupção do funcionamento de uma comunidade ou sociedade devido a eventos perigosos interagindo com condições de exposição, vulnerabilidade e capacidade, resultando em perdas e impactos humanos, materiais, econômicos e ambientais (UNDRR, 2007). A vulnerabilidade ambiental refere-se à suscetibilidade ou resistência de uma área a desastres naturais. De forma geral, a vulnerabilidade da população latino-americana é elevada devido a políticas públicas inadequadas, evidenciando a necessidade de uma abordagem geomorfológica na prevenção e mitigação de desastres, ainda em estágio inicial de desenvolvimento (Latrubesse, 2009).

Nas comunidades periféricas das grandes cidades brasileiras, as construções irregulares ocorrem sem uma infraestrutura básica, com ausência de esgotamento sanitário, energia elétrica, pavimentação de ruas e coleta de lixo regular. Grande parte da população vive em assentamentos precários, em favelas, com descarte inadequado de lixo em drenagens e encostas localizadas em áreas de risco a eventos hidrológico e processos geomorfológicos, situações que contribui para a ocorrência de desastres. Na Amazônia, as inundações urbanas resultam mais de problemas de planejamento do que de características naturais, devido à ocupação densa de planícies (Stevaux et al., 2009), enquanto os deslizamentos e erosões em encostas podem ser relacionados à falta de capacidade de suporte das encostas e do solo local para habitações.



A redução de risco de desastres é uma questão fundamental no estado do Amazonas, que enfrenta desafios decorrentes de eventos climáticos extremos, cada vez mais intensos e de maior frequência. Entre os anos de 1991 e 2022, o estado registrou um total de 957 ocorrências, resultando em 142 óbitos e afetando diretamente milhões de pessoas, com um custo financeiro estimado em 4 bilhões de reais (BRASIL; Universidade Federal de Santa Catarina, 2023).

Manaus com uma dimensão de metrópole é o epicentro de desastres sócio ambientais no estado do Amazonas, sendo particularmente vulnerável, especialmente durante os meses de março e abril, quando as chuvas intensas atingem maiores volumes (Marinho; Silva, 2016). O Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) informou que em 2023 Manaus foi a cidade mais impactada por desastres socioambientais em todo o Brasil. Além disso, em termos de alertas de eventos extremos, a capital amazonense ficou em terceiro lugar, atrás apenas de Petrópolis (RJ) e São Paulo (SP) (G1, 2024). Esses dados refletem a urgência de medidas efetivas de redução de riscos de desastres em Manaus e em todo o estado do Amazonas.

Diante dessa realidade, torna-se necessária realizar pesquisas que busquem mapear, compreender e diagnosticar de forma ampla e detalhada as áreas sujeitas a riscos socioambientalmente construídos, cujo dados subsidiem gestores públicos e comunidade local na elaboração de planos para reduzir riscos de desastres. Assim, este trabalho tem como objetivo apresentar um diagnóstico dos setores de risco de desastres relacionados a processos geomorfológicos na paisagem urbana de Manaus, Amazonas.

METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho foram adotados os seguintes procedimentos metodológicos: i) Caracterização do meio físico e do uso do solo nas áreas de risco selecionadas, incluindo análise de ocorrências registradas pela Defesa Civil (2022-2024), com o objetivo de compreender os processos que desencadeiam desastres sócio naturais; ii) Mapeamento de detalhe dos setores de risco entre junho e outubro de 2024, levantamento de imagens aéreas com drone, delimitação dos setores de risco, identificação dos imóveis e do número de famílias ameaçadas; iii) Proposição



de intervenções estruturais e não estruturais para o controle e redução dos riscos identificados.

A definição dos setores de risco analisados teve como ponto de partida os dados georreferenciados do Relatório de Mapeamento das Áreas de Risco Geológico da Zona Urbana de Manaus (AM) produzido em 2019 (Serviço Geológico do Brasil; Prefeitura de Manaus, 2019) e o Relatório com a Relação de Áreas de Risco Mais Afetadas por Deslizamentos e Alagamentos na Cidade de Manaus que Demandam Ação Emergencial às Famílias disponibilizado pela Secretaria de Proteção e Defesa Civil de Manaus (SEPDEC, 2023). A Figura 1 a seguir apresenta a distribuição espacial dos setores de risco analisados neste trabalho.

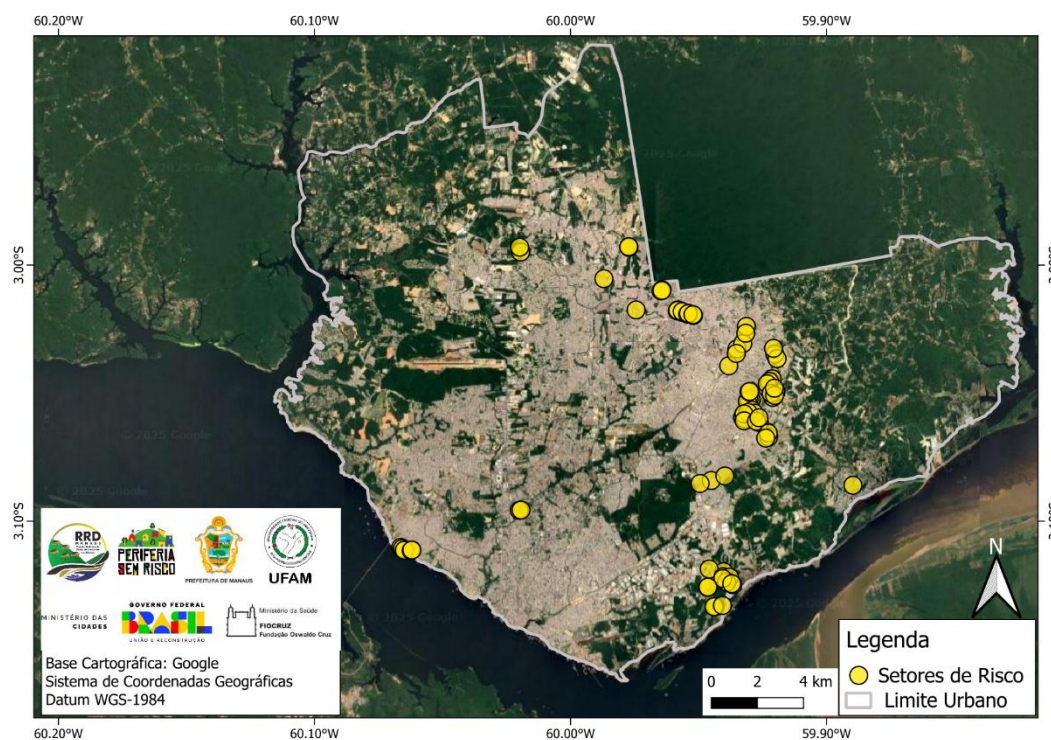


Figura 1. Localização da área de estudo. Fonte: Os autores (2025).

A área de risco de erosão por voçoroca foi mapeada na direção a montante da feição considerando as edificações que estão no interior de um raio igual ao tamanho da voçoroca. Já a delimitação da área de risco a movimentos de massa foi realizada considerando a direção potencial do fluxo sobre as edificações situadas na vertente e no fundo de vale. Os setores de risco a processos hidrológicos (cheias de rios, inundações bruscas, alagamentos e enxurradas) foram delimitados a partir das características



morfométricas das bacias de drenagem. Os trabalhos de campo realizados serviu para validar as áreas com relação ao grau de risco dos setores conforme os critérios de classificação propostos pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e pelo Ministério das Cidades (BRASIL; IPT, 2007).

Consulta a comunidade de moradores de setores de risco foi conduzido com apoio do Comitê Gestor do Plano Municipal de Redução de Riscos, através de reuniões presenciais, escuta ativa, eventos coordenados pelas secretarias municipais e formulários digitais online, visando alcançar todas as zonas administrativas da cidade.

REFERENCIAL TEÓRICO

A compreensão dos riscos socioambientais requer uma abordagem conceitual precisa. Risco é definido como a relação entre a probabilidade de ocorrência de um evento adverso e o grau de vulnerabilidade do sistema receptor aos seus efeitos. A vulnerabilidade, por sua vez, representa a relação entre a magnitude da ameaça e a intensidade do dano resultante, bem como a probabilidade de uma comunidade ser afetada por determinada ameaça, configurando-se como o oposto de segurança (DEFESA CIVIL, 2019). O conceito de vulnerabilidade socioambiental é entendido como a ausência de condições que garantam a integridade da estrutura e dinâmica de uma paisagem, resultando em mudanças significativas no contexto geral. Esta vulnerabilidade manifesta-se como a susceptibilidade à transição de um estado inicial para um estado alterado devido à influência antrópica (Da Silva Neto; Aleixo, 2013).

A problemática associada aos desastres naturais em áreas urbanas constitui um desafio global de crescente relevância, exigindo atenção urgente em diversas cidades brasileiras, particularmente em Manaus. Em resposta a esta realidade, durante a Terceira Conferência para Redução de Risco de Desastres da Organização das Nações Unidas (ONU) em 2015, foi estabelecido o Marco de Sendai, que enfatiza a necessidade de investimentos do poder público na redução do risco de desastres mediante ações capazes de promover a resiliência territorial e populacional (UNITED NATIONS, 2016).

No contexto brasileiro, o Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR) emergiu a partir dos anos 2000 como um instrumento de planejamento orientado ao enfrentamento dos efeitos adversos das mudanças climáticas e dos desastres naturais em escala municipal. Seu objetivo principal consiste em estabelecer referenciais e diretrizes



para o desenvolvimento e implementação de políticas públicas municipais de gestão de riscos, com foco nas áreas de ocupação precária (Mendonça et al., 2023).

Os processos geomorfológicos associados a riscos em áreas urbanas possuem categorias e definições específicas na literatura. Os movimentos de massa são caracterizados pelo deslocamento coletivo de terra ou rocha sob influência gravitacional (FERNANDES; AMARAL, 1996 e Selby, 1993), incluindo desabamentos de margens fluviais, escorregamentos de vertentes e queda de blocos. Estes fenômenos resultam de interações complexas entre topografia, estrutura geológica, espessura das formações superficiais de encostas, circulação hídrica e intervenções antrópicas, produzindo cicatrizes com morfologias variadas.

As voçorocas representam incisões erosivas caracterizadas por queda em bloco das camadas do solo, paredes verticais, fundo plano, secção transversal em U e profundidade superior a 1,5 m, podendo apresentar ou não afloramento do lençol freático (Vieira; Frota Filho, 2023). Os eventos hidrológicos também constituem importantes categorias de risco, diferenciando-se entre enchentes (aumento temporário no nível da água em um canal de drenagem), inundações (extravasamento das águas para áreas marginais) e enxurradas (escoamento superficial concentrado e de alta energia de transporte), frequentemente associados a precipitações intensas (BRASIL; IPT, 2007 e Serviço Geológico do Brasil; Prefeitura de Manaus, 2019).

O contexto geográfico de Manaus apresenta um quadro complexo e multifacetado de riscos, englobando erosão por voçorocas, movimentos de massa, enchentes, inundações e secas (Costa, 2017 e Marinho; Silva, 2016 e Rodrigues; Marinho, 2017). Segundo levantamento do Serviço Geológico Brasileiro, existem 1600 setores de riscos geológicos ou hidrológicos na zona urbana de Manaus sob diferentes graus de vulnerabilidade. Estes eventos adversos exercem influência significativa no cotidiano dos moradores de áreas de ocupação desordenada, conhecidas como em Manaus como “invasões”, afetando infraestruturas, acessibilidade, moradias e, sobretudo, a segurança e o bem-estar das comunidades estabelecidas nessas localidades.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O mapeamento revelou predominância de processos erosivos e movimentos de massa (80% dos setores de risco) sobre eventos hidrológicos (20% dos setores). Do



conjunto de setores de risco analisados, 634 apresentam grau de risco alto e muito alto, sendo 89% relacionados a processos erosivos e movimentos de massa, evidenciando a criticidade destes fenômenos no contexto urbano de Manaus.

A análise da distribuição espacial mostra uma concentração de setores de risco nas zonas Leste e Norte, que respondem por 62% dos atendimentos da Defesa Civil, correlacionando-se diretamente com as áreas de maior densidade populacional (superior a 5 mil hab/km²). Esta concentração reflete o padrão de expansão urbana desordenada característico de Manaus, onde ocupações irregulares se estabelecem em áreas geomorfologicamente inadequadas para habitações.

A análise de 7.364 registros observados entre 2022 e 2024 mostra a sazonalidade dos eventos, com concentração entre dezembro e abril e máximo em março, correspondendo ao período de maior pluviosidade regional. Os fatores condicionantes identificados evidenciam dois padrões geomorfológicos distintos: ocupação de divisores de sub-bacias urbanas com elevada declividade e solos vulneráveis, resultando em erosão do tipo voçorocas e movimentos de massa; e ocupação de planícies fluviais (margens de igarapés e rios), gerando vulnerabilidade a eventos hidrológicos extremos (Figura 2).



Risco de Alagamento de igarapé



Risco de cheia do Rio Negro



Risco de Erosão e Deslizamento



Risco de Erosão e Deslizamento



Figura 2. Exemplos de setores de risco de desastres em Manaus. Fonte: Os autores (2025).

A percepção dos moradores revelou quatro categorias principais de risco: deslizamentos de terra (56,5%), alagamentos (49,4%), enchentes e cheias (30,6%) e erosão (23,5%). Esta hierarquização corrobora os dados técnicos, destacando a multiplicidade de riscos enfrentados simultaneamente pelas comunidades, especialmente em áreas como observados nos bairros Gilberto Mestrinho e Jorge Teixeira. As sugestões comunitárias foram categorizadas em intervenções estruturais (46,3%), não estruturais (13,4%) e mistas (40,3%). As propostas estruturais priorizaram saneamento e limpeza urbana, obras de contenção, sistemas de drenagem e programas habitacionais. As não estruturais enfatizaram educação ambiental, sistemas de alerta e fortalecimento da gestão participativa.

Os principais desafios identificados incluem a expansão urbana desordenada em áreas verdes, limitações orçamentárias e escassez de especialistas para implementação de ações mitigadoras (Marchezini et al., 2025). Conforme destacado por Tominaga (2009), a implementação de políticas públicas focadas na prevenção, preparação e resposta é essencial para promover a resiliência comunitária. As recomendações prioritárias incluem: implementação emergencial de programa de limpeza e dragagem de igarapés; desenvolvimento de plano integrado combinando diferentes categorias de intervenção; estabelecimento de mecanismos permanentes de participação comunitária; priorização de investimentos em áreas de maior vulnerabilidade; e garantia de recursos para manutenção preventiva continuada, considerando que 32,9% dos problemas ocorrem durante todo o ano, evidenciando a necessidade de ações permanentes além do período chuvoso.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mapeamento dos setores de risco em Manaus evidencia a predominância crítica de processos erosivos e movimentos de massa (80%) sobre eventos hidrológicos, com 634 setores classificados como alto e muito alto risco concentrados nas zonas de maior densidade populacional. A convergência entre dados técnicos e percepção comunitária valida a metodologia participativa empregada, demonstrando que a



hierarquização dos riscos pelos moradores (deslizamentos 56,5%, alagamentos 49,4%) corrobora as evidências geomorfológicas. As sugestões comunitárias, categorizadas em intervenções estruturais e não estruturais, revelam um conhecimento empírico consolidado sobre as soluções necessárias, especialmente dragagem de igarapés e obras de contenção. Esta abordagem metodológica integrativa constitui contribuição para a comunidade científica, oferecendo modelo replicável para diagnóstico participativo de riscos geomorfológicos em cidades amazônicas.

A pesquisa evidencia lacunas que demandam investigações futuras, particularmente para avaliar a eficácia das intervenções e o desenvolvimento de tecnologias de monitoramento contínuo adaptadas às condições amazônicas. A necessidade de pesquisas sobre a relação entre eventos climáticos extremos e os processos geomorfológicos emerge como prioridade científica. A integração entre conhecimento técnico-científico e saberes comunitários, evidenciada neste trabalho, aponta para a necessidade de consolidar uma abordagem teórico-metodológicos que fortaleçam a gestão participativa de riscos, contribuindo para políticas públicas mais efetivas e sustentáveis de redução de vulnerabilidades socioambientais urbanas na Amazônia.

Palavras-chave: Desastre; Erosão; Inundação; Amazônia.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) pelo apoio financeiro no projeto EDITAL 004/2024 - PEX-CT&I/FAPEAM. Agradecemos a Defesa Civil de Manaus pelo apoio logístico de campo. A Secretaria Nacional de Periferias do Ministério das Cidades e a FIOTEC pelo apoio ao Projeto Multicêntrico de Pesquisa-ação e Inovação de elaboração de Plano Municipal de Redução de Riscos de Desastres.

REFERÊNCIAS

BRASIL, M. D. C.; IPT, I. D. P. T. **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios**. Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007.
BRASIL, M. DA I. E DO D. REGIONAL. S. DE P. E D. C.; UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, C. DE E. E P. EM E. E D. C. Atlas Digital de Desastres no Brasil. Disponível em: <<https://atlasdigital.mdr.gov.br/paginas/index.xhtml>>. .



- COSTA, R. C. **Riscos, fragilidades & problemas ambientais urbanos em Manaus**. Manaus: Editora INPA, 2017.
- DEFESA CIVIL. **Glossário de defesa civil estudos de riscos e medicina de desastres**. Brasília, DF: Ministério da Integração Nacional, 2019.
- FERNANDES, N. F.; AMARAL, C. P. Movimentos de massa: uma abordagem geológico-geomorfológica. **Geomorfologia e Meio Ambiente**, 1996. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- G1, A. Manaus lidera ranking de cidades do Brasil com maior número de desastres naturais em 2023, aponta Cemaden. Disponível em: <<https://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/2024/01/23/manaus-lidera-ranking-de-cidades-com-maior-numero-de-desastres-naturais-em-2023-aponta-cemaden.ghtml>>. Acesso em: 2/3/2024.
- LATRUBESSE, E. M. A Latin American Perspective on Geomorphologic Hazards and Related Disasters. **Developments in Earth Surface Processes**. v. 13, p.445–448, 2009. Elsevier. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0928202508100219>>. Acesso em: 3/3/2024.
- MARCHEZINI, V.; SAITO, S. M.; LONDE, L. R.; DAMACENA, F. D. L. Implementation challenges of disaster risk management policies: The organizational capacities of municipal civil defense units. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 119, p. 105291, 2025. Elsevier BV.
- MARINHO, R. R.; SILVA, E. C. M. DA. Análise morfométrica de áreas afetadas por inundações urbanas em Manaus (AM). **Caminhos de Geografia**, v. 17, n. 59, p. 162–176, 2016.
- MENDONÇA, M. B. DE; GREGORIO, L. T. D.; ALFRADIQUE, C. DE O. S. Diagnóstico e discussão sobre Planos Municipais de Redução de Riscos no Brasil. **Ambiente & Sociedade**, v. 26, p. e02072, 2023. ANPPAS - Revista Ambiente e Sociedade.
- RODRIGUES, T. F.; MARINHO, R. R. Caracterização geomorfométrica de áreas afetadas por deslizamentos no alto curso da bacia do igarapé do Mindú, Manaus (AM). Anais XVIII Simposio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Santos, SP, Brasil, 28 a 31 de abril de 2017, INPE. **Anais...**, 2017. Galoá. Disponível em: <<https://proceedings.science/sbsr/trabalhos/caracterizacao-geomorfometrica-de-areas-afetadas-por-deslizamentos-no-alto-curso?lang=pt-br>>. Acesso em: 2/3/2024.
- SELBY, M. J. **Hillslope materials and processes**. 2. ed ed. Oxford: Oxford University Press, 1993.
- SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL; PREFEITURA DE MANAUS. **Mapeamento das áreas de risco geológico da zona urbana de Manaus (AM)**. Manaus: Serviço Geológico do Brasil, 2019.
- DA SILVA NETO, J. C. A.; ALEIXO, N. A. R. TIPOLOGIAS E VULNERABILIDADES DAS PAISAGENS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 9, n. 2, 2013.
- STEVAUX, J. C.; LATRUBESSE, E. M.; HERMANN, M. L. D. P.; AQUINO, S. Floods in Urban Areas of Brazil. **Developments in Earth Surface Processes**. v. 13, p.245–266, 2009. Elsevier. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S092820250810013X>>. Acesso em: 3/3/2024.
- UNDRR. Disaster. Disponível em: <<http://www.undrr.org/terminology/disaster>>. Acesso em: 3/3/2024.
- UNITED NATIONS, D. Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030. , 2016. Disponível em: <http://www.preventionweb.net/files/43291_sendaiframeworkfordrren.pdf>. Acesso em: 2/3/2024.
- VIEIRA, A. F. S. G.; FROTA FILHO, A. B. Uma síntese dos estudos sobre voçorocas na Amazônia brasileira. **Erosão em áreas tropicais**. p.45–74, 2023. Rio de Janeiro: Interciência.