



PROPOSTA DE INTERVENÇÃO EM ÁREAS DE RISCO GEOMORFOLÓGICO: O CASO DA COMUNIDADE PINGO D'ÁGUA, MANAUS-AM

Antonio Fábio Sabbá Guimarães Vieira¹
Deivison Carvalho Molinari²
Rogério Ribeiro Marinho³³

RESUMO

Este trabalho apresenta propostas de intervenções estruturais e não estruturais para uma área de risco na Comunidade Pingo D'água, Zona Leste de Manaus-AM, afetada pelo avanço progressivo de uma voçoroca que tem resultado em vítimas fatais e perdas habitacionais. A metodologia empregada baseou-se em visitas técnicas realizadas entre março/2024 e fevereiro/2025 por equipe multidisciplinar composta por pesquisadores da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e técnicos da Defesa Civil Municipal. Durante os levantamentos, foram aplicados procedimentos técnicos que incluíram: observação direta com fichas técnicas para registro das características geológicas locais e morfométricas da encosta e da voçoroca; caracterização do uso e ocupação do solo nas áreas à jusante e montante; entrevistas com moradores para reconstituição histórica do processo erosivo e seus impactos; e levantamento aerofotogramétrico com drone, posteriormente processado em ambiente de SIG. Os dados coletados foram complementados com informações de pesquisas anteriores e imagens históricas de satélite para análise temporal da evolução da feição erosiva. Os resultados permitiram identificar dois setores de risco: um classificado como muito alto (R4) e outro como alto (R3), afetando um total de 44 edificações. Para o setor R4, as intervenções estruturais propostas incluem: a) demolição de 12 moradias localizadas próximas à borda da voçoroca ou com fundo do terreno voltado para a borda da encosta; b) implementação de sistema de drenagem pluvial e de águas servidas, conduzindo o volume captado até a porção inferior do vale, com dissipadores de energia do tipo caixa de concreto ao longo do trajeto e dissipador para espreadimento na extremidade final; c) substituição do pavimento asfáltico da rua que funciona como área de captação e distribuição das águas pluviais para a cabeceira da voçoroca por lajotas de concreto sextavadas instaladas apenas por encaixe, sem uso de cimento ou concreto, favorecendo a redução da velocidade de escoamento e a infiltração da água no terreno. Como medidas não estruturais para este setor, recomenda-se a remoção dos resíduos sólidos depositados no interior da voçoroca e nas encostas adjacentes, além da implementação de programa de conscientização ambiental junto aos moradores para evitar o descarte inadequado de resíduos. Para o setor R3, a principal intervenção não estrutural recomendada consiste no monitoramento contínuo do processo erosivo. Conclui-se que o monitoramento mais frequente das áreas de risco e ações mais ágeis do poder público são essenciais para prevenção de tragédias recorrentes nestas áreas vulneráveis, indicando a necessidade de fortalecimento das políticas públicas de gestão de riscos geomorfológicos em ambientes urbanos amazônicos.

Palavras-chave: voçoroca, risco, ambiental, desastre.

¹ Geógrafo (UFAM), Mestre e Doutor em Geografia (UFSC), Pós-doutor em Geografia (UNIOESTE), membro do Depto. de Geografia e Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFAM. fabiovieira@ufam.edu.br

² Geógrafo (UFAM), Mestre em Geografia (UFSC), Doutor em Geografia (UFAM), membro do Depto. de Geografia e Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFAM. molinari_geo@yahoo.com.br

³ Geógrafo (UFAM), Mestre em Sensoriamento Remoto (INPE), Doutor em Clima e Ambiente (INPA), membro do Departamento de Geografia e Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFAM. rogeo@ufam.edu.br

Introdução

A ocorrência de voçorocamentos na área urbana da cidade de Manaus é algo observado desde a década de 90 (século XX). Assim, no primeiro mapeamento de voçorocas realizados nos anos de 1994 e 1995, foram cadastradas 40 incisões (Vieira; Lima, 1996). Nos anos seguintes, conforme observado em outros trabalhos (Vieira, 1998; 2008; Vieira e Abreu, 2012; Molinari, 2023) esse número oscilou entre 30, 91, 46 e 77, respectivamente. Essa oscilação está relacionada a processos de contenção realizada pelo poder público de forma direta ou indireta. No caso das contenções indiretas, a obra não estava direcionada à contenção de uma voçoroca, por exemplo, mas a um asfaltamento de uma via de acesso. Todavia, como a incisão estava no caminho, esta foi contida. E isso se repetiu várias vezes em diversos pontos da cidade de Manaus.

Porém, verificou-se também, medidas de contenção que foram direcionadas especificamente para as voçorocas, com obras que envolviam desde a remoção de moradores do entorno da incisão, até processos de terraplanagem com construção de patamares gramados e redirecionamento da drenagem. Em alguns desses casos os efeitos foram positivos e as voçorocas foram contidas, no entanto, em outros casos a contenção mostrou problemas estruturais logo após a sua conclusão e o resultado foi a reativação da incisão e a inclusão de novos gastos com contenção.

Portanto, discutir sobre obras de contenção e lançar sugestões de intervenções baseadas em exemplos positivos obtidos em outras obras ou simplesmente indicar ações ainda não testadas, mas que apresentam fundamentação técnica para darem certo, pode ser o caminho para futuras contenções.

Assim sendo, o presente trabalho busca apresentar ações relacionadas à contenção e recuperação de áreas afetadas por voçorocamento em Manaus, que nesse caso, refere-se a uma rua que faz parte da Comunidade Pingo D'água, situada na Zona Leste de Manaus-AM. Esta via em particular, denominada Rua Talismã, direciona as águas pluviais diretamente para a cabeceira da voçoroca, a qual foi originada por esse processo e vem avançando em direção às moradias.

Devido à proximidade da incisão erosiva em relação às moradias, essa área passou a ser considerada de risco. Molinari (2023) discute essa questão em sua tese ao questionar: “as áreas são ou se tornam de risco ambiental?”. O autor responde afirmando que a origem das áreas de risco associadas ao voçorocamento em Manaus — especialmente nesta região da cidade — está diretamente ligada às características geológicas e geomorfológicas, mas também, e de forma decisiva, ao modo de produção socioespacial. Destaca-se, nesse contexto, a instalação

inadequada do sistema de drenagem pluvial, que nessas áreas foi mal executado, resultando em problemas como: dimensionamento incorreto das tubulações, posicionamento inadequado das saídas de água e ausência de dissipadores de energia.

Molinari (2023) ressalta ainda que, em geral, as voçorocas ocorrem em ruas sem saída — desmatadas ou não, terraplanadas ou não —, mas que favorecem o surgimento e a evolução dessas feições erosivas devido ao direcionamento constante das águas pluviais, que escoam pelas vias e se concentram sobre encostas com acentuada declividade.

Com a ocupação de áreas susceptíveis a processos erosivos, verifica-se desde a década de 90 do século XX, uma ampliação das áreas de risco em Manaus. E essas áreas já susceptíveis do ponto de vista natural, combinadas com a vulnerabilidade social existente, só ampliam o problema em torno da ocupação e voçorocamento.

As áreas de risco em Manaus, atingem esse status geralmente após a construção de residências que se localizam na direção da evolução dessas feições erosivas ou quando essas incisões erosivas ocorrem em áreas já densamente ocupadas.

Metodologia

Os procedimentos adotados nessa pesquisa, incluíram inicialmente o monitoramento da incisão por meio de imagens geradas por drones, e que depois de analisadas, serviram de suporte para as propostas de intervenções estruturais e não estruturais. Desta forma, pode-se dividir o trabalhos em etapas, como sendo:

1) Localização da incisão: por meio de cadastramentos/mapeamentos realizados em momentos anteriores, buscou-se confirmar a existência e evolução da voçoroca. Uma vez confirmada a existência desta, a mesma é inserida no banco de dados que compreende o bairro/zona/setor.

2) Morfometria da incisão e risco erosivo: para isso foram utilizadas classificações como o tipo (Oliveira, 1989) e formas (Vieira, 2008) e a análise do risco erosivo segundo classificação proposta pelo Ministério das Cidades/IPT (2004), os quais se baseiam em indícios observados no local para hierarquizar os graus de risco geológicos e hidrológicos em quatro níveis: baixo (R1), médio (R2), alto (R3) e muito alto (R4). Neste trabalho foram desenvolvidas atividades nos setores de risco alto (R3) e muito alto (R4) para os processos geológicos.

A esse respeito, entende-se como risco alto segundo essa classificação, com a presença significativa(s) evidência(s) de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes,

etc.). Mantidas as condições existentes, é perfeitamente possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas.

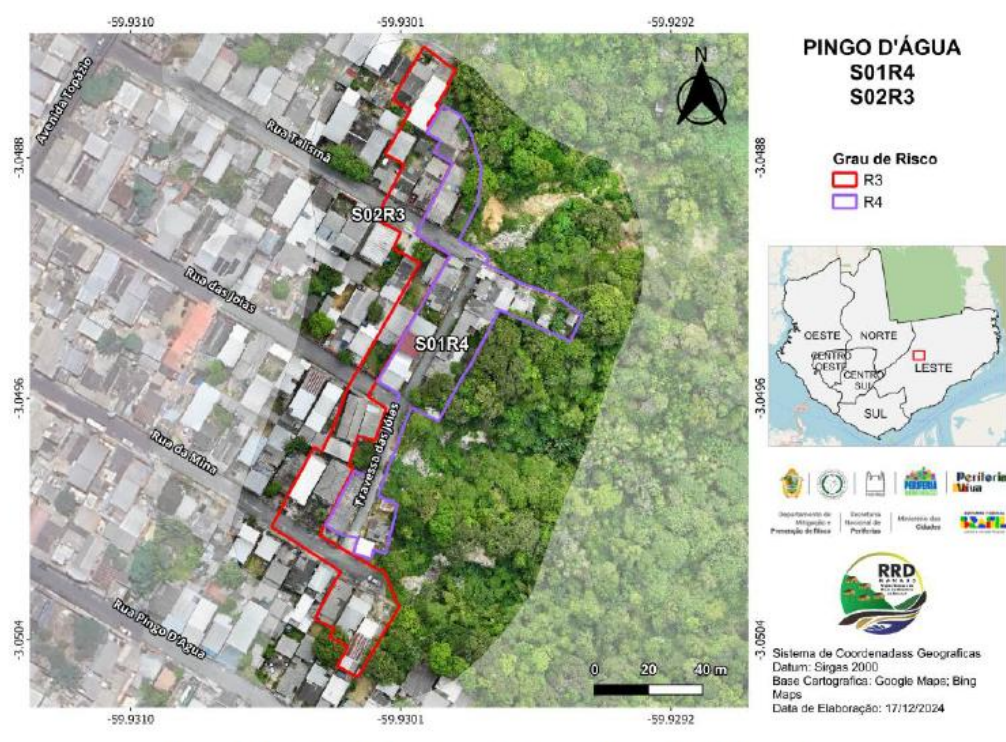
No caso de risco muito alto, as evidências de instabilidades (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, trincas em moradias ou em muros de contenção, árvores ou postes inclinados, cicatrizes de escorregamento, feições erosivas, proximidade da moradia em relação ao córrego, etc.) são expressivas e estão presentes em grande número e/ou magnitude. Mantidas as condições existentes, é muito provável a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas.

3) Sugestões de intervenções estruturais (demolições, terraplanagem, construção de sistemas de drenagem etc.) e não estruturais (remoção de resíduos sólidos, plantio de espécies vegetais, programa de conscientização junto aos moradores etc.), baseadas em outras experiências que deram certo ou baseadas em preceitos técnicos.

Resultados e Discussão

A área de estudo está localizada na Zona Leste da Cidade de Manaus, na Comunidade Pingo D'água (Figura 1), compreendendo uma das regiões mais afetadas pela ocorrência de voçorocamentos. Encontra-se no Comunidade Pingo D'água.

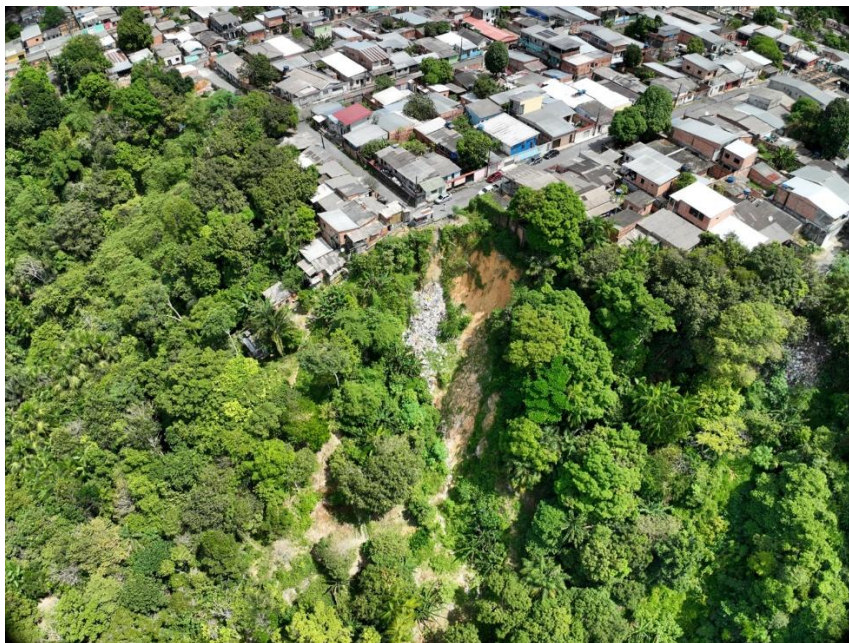
Figura 1: Localização dos setores de risco da Comunidade Pingo D'Água.



Fonte: Imagem do Drone HIDROGEO (17/12/2024).

Do ponto de vista morfométrico, a voçoroca (Figura 2) foi classificada como sendo do Tipo Conectada e Forma Retangular.

Figura 2 – Voçoroca da rua Topázio, Comunidade Pingo D’água – Manaus/AM.



Fonte: Imagem do Drone HIDROGEO (17/12/2024).

Os resultados obtidos, estão aqui divididos em dois setores, sendo R4 (roxo) e R3 (vermelho), totalizando 44 edificações. As intervenções recomendadas estão associadas ao tipo de feição/processo geodinâmico identificado (feição erosiva “voçoroca” ou cicatriz de movimento de massa) e grau de risco.

O Setor 01, compreende a área caracterizada como R4, e para esta são apresentadas três propostas estruturais e uma não estrutural, tal como segue:

Estrutural 1: Demolir as edificações inseridas no R4, na borda da voçoroca e as que estão na borda da encosta, incluindo as que estão na Travessa das Joias, voltadas para a encosta (marcadas com X – Figura 3).

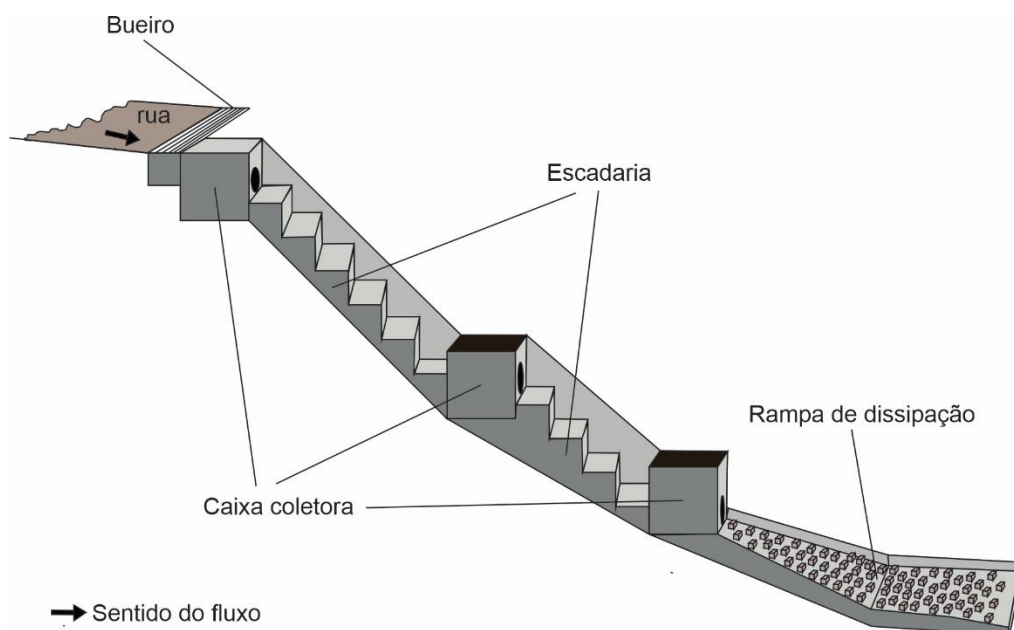
Figura 3: Setores de Risco na Comunidade Pingo D'água.



Fonte: Imagem do Drone HIDROGEO (17/12/2024)

Estrutural 2: Construção de um sistema de drenagem pluvial e das águas servidas que leve o volume captado até a porção mais inferior do vale. Ao longo do trajeto da drenagem, construir dissipadores de energia do tipo caixa de concreto e finalizar com dissipador para espraçamento da água (Figura 4).

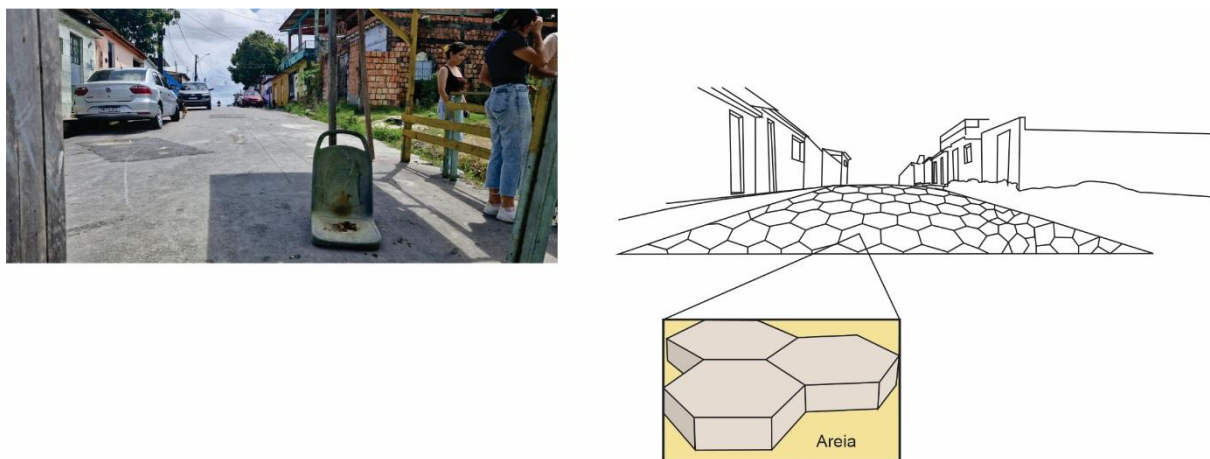
Figura 4: Sistema de drenagem proposto, vista em perfil.



Desenho: Antonio F.S.G. Vieira (19/07/2025).

Estrutural 3: Substituição do asfalto na rua Talismã (iniciando do contato com a Rua Topázio), pela lajota de concreto sextavada (Figura 5). Esse tipo de superfície ajuda a diminuir a velocidade de escoamento, ao mesmo tempo que permite a infiltração da água no terreno, desde que a ligação entre esses blocos seja feita somente por encaixe (sem uso de cimento ou concreto).

Figura 5: Substituição do asfalto por lajota de concreto sextavada.



Org.: Antonio F.S.G. Vieira (03/07/2025).

A proposta é indicanda não somente para essa via de acesso, mas para todas as outras consideradas fontes de escoamento superficial de águas das chuvas e que estejam promovendo a formação e/ou evolução de voçorocas. O processo se inicia após a retirada do asfalto com correção da superfície do terreno, com adição areia, que após nivelada, deverá receber as lajotas de concreto.

Essa rua em particular, apresenta pouco movimentação de veículos, visto que se trata de uma via sem saída. E como esta, verifica-se várias outras sem saída na região e que terminam numa encosta de forte declividade, às vezes já com presença de uma voçoroca ou uma cicatriz de movimento de massa.

Ainda como proposta de intervenção nesse setor (R4), está a ação não estrutural, que envolve a presença de resíduos sólidos depositados no interior da voçoroca. A esse respeito, Ximenes et al. (2023), descrevem que esses resíduos são compostos predominantemente por plástico (30%), material orgânico (20%), papel (23%), metal (3%) e outros 24%. Os autores destacam que essas incisões tem sido convertidas constantemente em lixeiras irregulares, o que demonstra por um lado a falta de conscientização da população local, mas também deixa claro uma falha no sistema de coleta desses resíduos por parte do poder público municipal.

A ação proposta envolve a remoção de todo o resíduo sólido acumulado na voçoroca, o corte das bananeiras localizadas em seu interior, nas bordas e nas encostas, e, após a limpeza, introduzir vegetação adequada à recuperação de áreas degradadas, como as leguminosas e outras de porte arbustivo a subarbustivo, e que sejam nativas da região.

Ainda como ação não estrutural, deve-se executar um trabalho de conscientização junto aos moradores para o não uso da voçoroca como área de descarte de resíduos. Com as ações estruturais e não estruturais, espera-se que esta incisão entre em um estado de estabilização, trazendo assim, mais segurança para os moradores do entorno.

No caso do setor 02, classificado como R3, mais afastado da voçoroca, a indicação é apenas de ação não estrutural, visando o monitoramento contínuo desta faixa e execução do mesmo trabalho de conscientização do setor 01.

Considerações Finais

Observa-se varios condicionantes que ajudam na evolução da referida incisão, como a superfície e inclinação da rua Talismã, que direciona o fluxo das águas pluviais para encosta, com aumento progressivo da velocidade do escoamento em face da não existência de maiores atritos na superfície desta. A falta de um sistema de drenagem eficiente que capte todo esse volume escoado e direcione para o fundo do vale com menor velocidade. A existência de residuos sólidos no interior da incisão que acaba por contribuir para os constantes desabamentos da parede da incisão e por fim, a ausência de vegetação no interior da incisão, que contribua para sua estabilização.

Agradecimentos

À FAPEAM e à CAPES, pelo apoio financeiro para execução desta pesquisa, bem como a equipe que fez parte do Projeto “Subsídios para o plano municipal de redução de riscos socioambientais em Manaus (AM)”.

Referências

MINISTÉRIO DAS CIDADES / INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT. **Treinamento de Técnicos Municipais para o Mapeamento e Gerenciamento de Áreas Urbanas com Risco de Escorregamentos, Enchentes e Inundações.** Apostila de treinamento. 2004. 73p.

MOLINARI, D.C. **Vulnerabilidade ambiental em áreas de risco à voçorocamento - Manaus (AM)**. 2023. 394f. Tese (Doutorado em Geografia). Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2023.

OLIVEIRA, M. A. T. Erosion Disconformities and Gully Morphology: A Threedimensional Approach. **Catena**, v. 16. p. 413-423, 1989.

VIEIRA, A.F.G.; LIMA, N.P.S.de. Mapeamento de voçorocas do sítio urbano de Manaus. In: I Simpósio Nacional de Geomorfologia. Anais. Uberlândia: **Revista Sociedade & Natureza** – EDUFU, 1996. p.210-213

VIEIRA, A.F.G. **Erosão por voçorocas em áreas urbanas: o caso de Manaus (AM)**. 1998. 153f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

VIEIRA, A.F.G.; ALBUQUERQUE, A.R.C. Cadastramento de voçorocas e análise de risco erosivo em estradas: BR-174. In: V Simpósio Nacional de Geomorfologia. 2004, Santa Maria-RS. **Anais [...]**. Santa Maria: Editora da UFSM, p. 50-65, 2004.

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). Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

VIEIRA, A.F.S.G.; ABREU, N.R.P. Histórico das voçorocas em Manaus-Amazonas-Brasil. **Revista Geonorte**, v.10, p. 27-45, 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 da Colônia Antônio Aleixo (Manaus/AM). **Revista Verde Grande**, v. 5, p. 81-95, 2023.