

Voçorocas na Serra do Tepequém, Norte da Amazônia Brasileira: morfometria e solos

Gullies at the Serra do Tepequém, Northern Brazilian Amazon: morphometry and soils

L. C. B. Neta^{1*}, A. A. T. Gomes², S. S. Tavares Júnior³

¹ Universidade Federal de Roraima, Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Roraima-Brasil

² Universidade do Porto, Departamento de Geografia, Centro de Est. de Geog. e Ordenamento do Território, Portugal

³ Universidade Federal de Roraima, Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Roraima-Brasil

* luiza.camara@ufrr.br; albgomes@gmail.com e stelio.tavares@ufrr.br

ABSTRACT

This study examines Barata gully, Tepequém mountain, Amazonia, characterising the erosive feature and analysing the physical properties of the soil. Using a DSM, orthophotos, and field data, we analysed geomorphological features, like area of regressive erosion, banks of the channel, slopes, and pipes. Analyses revealed a silty-sandy soil, rich in quartz, with muscovite flakes and kaolinite matrix. Erosion follows NE-SW-oriented faults and fractures, and diamond mining increased erosion.

Key-words: *Erosion, Gully, Soil vulnerability, Tepequém Mountains*

1. INTRODUÇÃO

A análise da gênese e evolução de voçorocas, proporciona uma compreensão valiosa sobre os mecanismos dos processos erosivos e sua influência na evolução das paisagens. São vários os fatores que podem levar à formação de voçorocas, como as propriedades físicas e químicas do solo (Poesen et al., 2003; Valentin et al., 2005; Singh et al., 2022; Corrêa et al. 2023), o uso e cobertura da terra e a intensidade da precipitação (Poesen, 2018). A erosão em ravinas e voçorocas, é um problema ambiental no Brasil, devido às mudanças na dinâmica de bacia hidrográfica, causado por perdas de solo, assoreamento de canais fluviais e remodelamento do relevo (Bacellar et al., 2005; Bacellar, 2023). Portanto, é relevante investigar a vulnerabilidade de solos tropicais ao processo erosivo na serra do Tepequém (Norte de Roraima), por se tratar de uma paisagem que se encontra sob intensa atividade erosiva linear, que se desenvolve na cobertura das planícies aplainadas e secundariamente em encostas de colinas. As feições erosivas lineares são uma das manifestações mais visíveis na paisagem da serra e destacam-se devido a sua magnitude e ampla distribuição. A deflagração desses processos erosivos tem sido atribuída à vulnerabilidade física dos solos e às estruturas geológicas da área, intensificadas pela atividade garimpeira diamantífera (Beserra Neta et al. 2007). No presente trabalho são apresentados os resultados de estudos efetuados numa das feições erosivas da Serra do Tepequém, denominada “voçoroca do Barata”, e que teve como objetivos principais: i) caracterizar o modelado da feição erosiva linear e ii) analisar as características físicas do solo existente na área.

2. ÁREA DE ESTUDO

A feição erosiva linear estudada localiza-se nas superfícies aplainadas da serra do Tepequém, no estado de Roraima (Norte da Amazônia brasileira), entre as coordenadas

geográficas de 3° 42' e 3° 50' latitude N e 61° 40' e 61° 48' longitude W. A serra do Tepequém é composta por arenitos, siltitos, argilitos e conglomerados de idade Paleoproterozóico e por rochas vulcânicas ácidas a intermédias (Fernandes Filho et al., 2012). O relevo define-se por superfícies aplainadas com altitudes de 575 a 670 m, cujos limites se constituem por morros e colinas residuais até 744 m e vertentes de entorno que se elevam até 1.100 m. Nesta paisagem domina a savana arbustiva graminosa, a floresta ombrófila densa que recobre as escarpas de entorno. O clima, segundo a classificação de Köppen é tropical úmido - "Am", com estações sazonais bem definidas, sendo o período seco ocorrendo de setembro a março e o período úmido, de abril a agosto. Os valores de precipitação média anuais variam entre 1.800mm a 2.250mm, com temperatura média anual 25° C (Beserra Neta et al., 2015).

3. METODOLOGIA

O desenvolvimento do estudo baseou-se em três etapas distintas: (1) levantamento de dados bibliográficos, cartográficos e de sensores remotos sobre a área de estudo; (2) Dados de campo: (a) Descrição dos perfis de solo e rochas ao longo dos taludes das voçorocas e coleta de amostras de solos, (b) Medição de parâmetros morfométricos da voçoroca (profundidade, largura, comprimento e direção do canal principal) e (c) Aquisição de imagens fotográficas de vários setores de montante para jusante do canal, adquiridas a partir do uso de veículos aéreos não tripulados (VANT), modelo Mavic 2 DJI; (3) Análise laboratorial: granulometria (frações areia, silte e argila) a partir dos procedimentos de Teixeira et al. (2017); determinação mineralógica por Difração por Raio X (DRX) e Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) acoplada com Espectrometria de Dispersão de Raios X (EDS). A interpretação do modelado realizou-se a partir da ortofoto (3 cm/pixel) e do Modelo Digital de Superfície (MDS) elaborado em ambiente ArcGIS, com validação de campo. Os dados granulométricos e a identificação dos minerais foram tratados com os softwares SYSGRAN e XPERT, respectivamente.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A atividade de mineração artesanal na serra do Tepequém, datam dos anos de 1930 alcançando picos nas décadas de 1960 e 1980. Esta atividade se instalou nos canais fluviais e erosivos (voçorocas) promovendo mudanças significativas no modelado da paisagem. Portanto, sugere que a gênese das voçorocas na serra do Tepequém remontam do período anterior à atividade da mineração. A voçoroca do Barata vem sendo estudada *in loco* desde 2003, apresenta-se como uma grande incisão na paisagem da serra do Tepequém, seu canal ocupa uma área de 44.143,8 m², e o volume erodido de 106.026,80 m³. Através da análise das características morfométricas verifica-se que a voçoroca do Barata tem um comprimento do talvegue de aproximadamente 879,7 m e declive de 16°. Quanto à forma é definida como linear, com canal em forma de 'V' a montante e 'U' a jusante, tendo influência do fluxo superficial e subsuperficial preferencial. As dimensões são variáveis ao longo do canal, atingindo de 5 a 10,7 m de profundidade e de 8 a 14,2 m de largura. No que diz respeito à forma, o canal principal mostra-se retilíneo com forte linearidade na direção NE-SW nos setores montante e jusante, enquanto no setor mediano apresenta uma forma de canal mais aberto. O modelado do canal quanto à linearidade (Fig. 1 a) e direção sugere um condicionamento litoestrutural, visto que este segue o contato entre o siltito e o arenito, observado *in loco*. Quanto ao setor mediano, a maior abertura do canal decorre da interferência antropogênica derivada da atividade da

mineração artesanal, hoje inativa. Os vários setores da voçoroca apresentam características dinâmicas específicas, como: deslizamentos de solo e rocha nos taludes, presença de ravinas e áreas de abatimento, e dutos (*pipes*) nas superfícies aplainadas do entorno. Os solos são arenosos silticos, com forte variação na distribuição granulométrica na zona saprolítica (Fig. 1 b,c), o que reflete as variações litológicas, de arenitos e siltitos, que constituem a Formação Tepequém. Os solos da área são constituídos predominantemente de quartzo, contendo ainda muscovita e caulinita (Fig. 1d,e).

Pela análise dos dados mineralógicos verifica-se que o quartzo é o mineral mais abundante em todos os horizontes analisados, com teores variando de 43 a 98 %. A muscovita é mais expressiva em solos de textura areno-siltosas a silto-arenosas, atingindo 45% no perfil de alteração saprolítica da voçoroca do Barata.

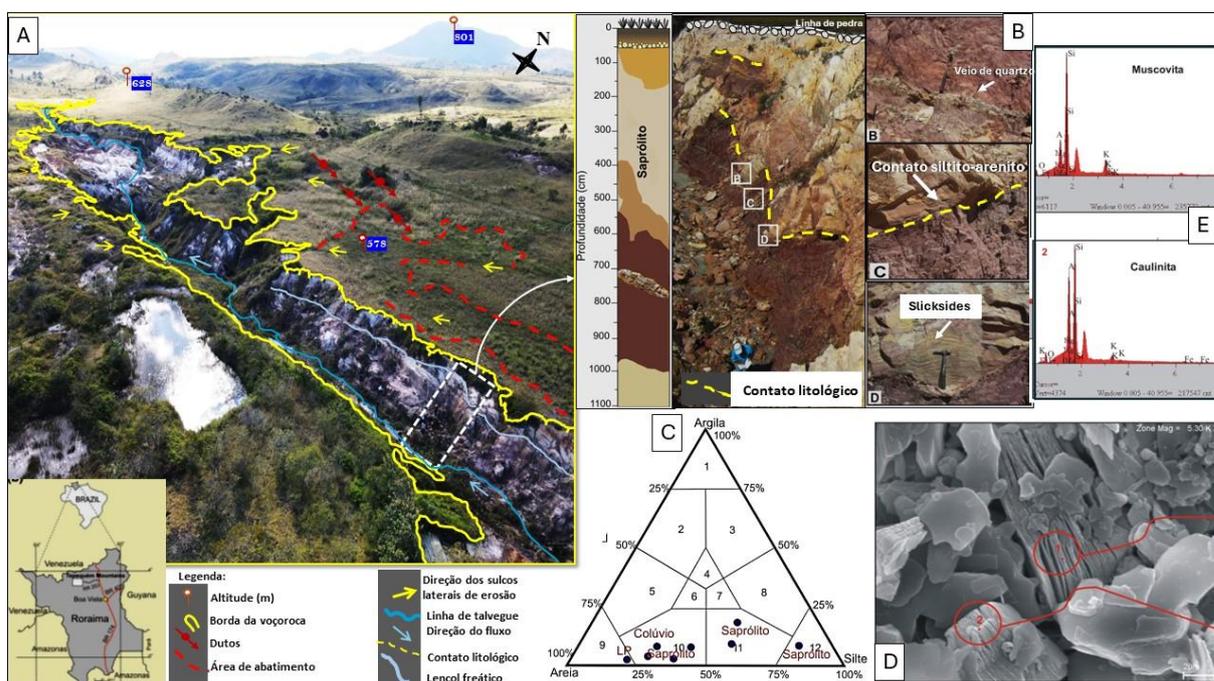


Figura 1. A) Canal da voçoroca do Barata; B) Detalhe do perfil litológico exposto no talude (veio de quartzo, contato siltito-arenito e marcas de slicksides); C) Distribuição granulométrica nos diagramas de Shepard; D) Micromorfologia e análise química semiquantitativa de partículas obtidas por MEV e EDS em solos e E) presença de muscovita e caulinita.

No que diz respeito ao uso do solo, as evidências são as cavidades elaboradas pelos garimpeiros na atividade da mineração do diamante, na porção mediana do canal da voçoroca e ao longo das planícies do entorno da feição erosiva, com intuito de canalizar as águas pluviais e potencializar o processo erosivo, aproveitando a diferença potencial do terreno, objetivando alcançar mais facilmente o horizonte de cascalho subjacente.

5. CONCLUSÕES

Estes resultados evidenciam que a voçoroca do Barata tem o processo erosivo favorecido pela natureza do solo/sedimento, de aspecto silto-arenoso rico em quartzo, com placas de muscovita e matriz caulínica incoesa. Este solo/sedimento está assentado sobre um paleo-relevo inclinado para SW, fortemente fraturado e falhado, desenvolvido sobre rochas sedimentares, sobretudo arenitos da Formação Tepequém. Neste solo se instalou o raso lençol freático que, aliado ao substrato ou paleo-relevo inclinado, deu origem a um forte fluxo aquoso

subsuperficial, propiciando a formação de dutos (*pipings*), áreas de abatimento, e por consequência, voçorocas. A voçoroca apresenta-se concordante com as principais orientações estruturais de direção NE-SW que seccionam o substrato da serra do Tepequém. A atividade garimpeira diamantífera pode ter contribuído na intensificação da frente erosiva linear. Portanto, o estabelecimento das feições erosivas lineares é favorecido pelo material arenoso a silteoso incoeso das planícies aplainadas e pela forte interferência antrópica e um relevo ainda parcialmente desprotegido da cobertura vegetal.

Referências

- Bacellar, L.A.P., Coelho Netto, A.L. & Lacerda, W.A. (2005) Controlling factors of gullying in the Maracujá Catchment, southeastern Brazil [Fatores de controle das voçorocas na Bacia do Maracujá, sudeste do Brasil] *Earth Surface Processes and Landforms*,30(11)1369–1385, <https://doi.org/10.1002/esp.119>
- Bacellar, L.A.P. (2023) Interações recíprocas entre relevo, água e voçorocas: estudo de caso da região do Complexo Baçã – Minas Gerais [Reciprocating Interactions Between Relief, Water, and Gullies: A Case Study in the Baçã Complex Region - Minas Gerais] *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 24(00). <https://doi.org/10.20502/rbgeomorfologia.v24i00.2364>
- Beserra Neta, L.C., Costa, M.L. & Borges, M.S. (2007) A planície intermontana Tepequém, Roraima, e sua vulnerabilidade erosiva [The Intermountain Plain of Tepequém, Roraima, and Its Erosive Vulnerability] In: Rosa-Costa, L.T, Klein, E.L. & Viglio, E.P. (Eds.) *Contribuições à Geologia da Amazônia*. 5 (89-100), SBG
- Beserra Neta, L.C., Tavares Júnior, S.S. & Costa, M.L (2015). Tepequém Mountains: A Relict Landscape in the Northern Amazon [Serra do Tepequém: uma paisagem relíquia no norte da Amazônia] In: Vieira, B.C., Salgado, A.A.R. & Santos, L. J. C. (Eds.), *Landscapes and Landforms of Brazil* 24 (265-273), Elsevier DOI 10.1007/978-94-017-8023-0
- Corrêa, G.R. et al. (2023) Relação solo-ambiente em área degradada por voçoroca no Triângulo Mineiro, Minas Gerais [Soil-environment relationship in a gully-degraded area in the Triângulo Mineiro, Minas Gerais] *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 24 (3) <https://doi.org/10.20502/rbg.v24i3.2384>
- Fernandes Filho, L.A, Pinheiro, R.V.L., Truckenbrodt, W & Nogueira, A.C.R. (2012) Deformação das rochas siliciclásticas paleoproterozoicas do Grupo Araí como exemplo das reativações de falhas do embasamento, Serra do Tepequém, Roraima, norte do Brasil [Reactivation of Basement Faults in the Paleoproterozoic Siliciclastic Rocks of the Araí Group, Serra do Tepequém, Roraima, Northern Brazil] *Revista Brasileira Geociências* 42(4)785-798 www.sbgeo.org.br
- Poesen, J. (2018) Soil erosion in the Anthropocene: research needs [Erosão do solo no Antropoceno: necessidades de pesquisa] *Earth Surf Proc Land* 43(1) 64–84. <https://doi.org/10.1002/esp.4250>
- Poesen, J., Nachtergaele, J., Verstraeten, G. & Valentin, C. (2003) Gully erosion and environmental change: importance and research needs [Erosão de ravinas e mudanças ambientais: importância e necessidades de pesquisa]. *Catena* (50) 91-133, [https://doi.org/10.1016/S0341-8162\(02\)00143-1](https://doi.org/10.1016/S0341-8162(02)00143-1)
- Singh, N. et al. (2022). Role of physico-chemical properties of the soil in badlands forming processes around Chitrakoot, India [Papel das propriedades físico-químicas do solo nos

processos de formação de badlands ao redor de Chitrakoot, Índia]. *Land Degrad Dev.*(33) 739–755

Teixeira, P.C.; Donagemma, G.K.; Fontana, A. & Teixeira, W.G. (2017) *Manual de métodos de análise de solo* [Soil Analysis Methods Manual]. Embrapa

Valentin, C., Poesen, J., Li, Y. (2005) Gully erosion: Impacts, factors and control [Erosão de ravinas: Impactos, fatores e controle] *Catena* (63) 132–153

<https://doi.org/10.1016/j.catena.2005.06.001>