

CARTOGRAFIA AMBIENTAL: SUBSÍDIO A ANÁLISE DE RISCO GEOMORFOLÓGICO NA BACIA DO RIO PARAUAPEBAS (PA)

Franciney Carvalho da Ponte

Doutor em Geografia, Professor da Faculdade de Geografia e Cartografia – UFPA

fc Ponte@yahoo.com.br

<https://orcid.org/0000-0002-2200-7057>

Luziane Mesquita da Luz

Doutora em Geografia, Professora da Faculdade de Geografia e Cartografia – UFPA

luzianeluz36@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-2229-5394>

Débora Cássia Souza dos Santos

Graduanda da Faculdade de Geografia e Cartografia – UFPA

deborasantos.geo@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-4222-1149>

Izabele Cristine Correa Pontes

Graduanda da Faculdade de Geografia e Cartografia - UFPA

correaizabele777@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-0694-4013>

RESUMO

Os desastres ambientais têm ocorrido de maneira mais frequente, principalmente, aqueles de origem associada às condições climáticas, geralmente, induzidos pelas ações antropogênicas, como inundações e deslizamentos. Este trabalho tem como objetivo apresentar uma proposta de mapeamento de indicadores físico-ambientais para subsidiar a análise de risco geomorfológico na bacia hidrográfica do rio Parauapebas (PA). A metodologia adotada fora fundamentada em preceitos da teoria da ecodinâmica (TRICART, 1977), subsidiando, dessa maneira, a análise de variáveis e critérios adotados na estimativa da fragilidade do meio natural dos ambientes (ROSS, 1994). Foram identificados quatro classes de risco geomorfológico – muito baixo, baixo, moderado e alto. A bacia hidrográfica do rio Parauapebas demonstrou um panorama preocupante diante do risco geomorfológico, podendo, nesse sentido, ser potencializado pela expansão acelerada e desordenada das atividades antrópicas.

Palavras-chave: análise de risco; cartografia ambiental; rio Parauapebas

ENVIRONMENTAL CARTOGRAPHY: SUBSIDY FOR GEOMORPHOLOGICAL RISK ANALYSIS IN THE PARAUAPEBAS RIVER BASIN (PA)

ABSTRACT

Environmental disasters have occurred more frequently, especially those of origin associated with climatic conditions, generally induced by anthropogenic actions, such as floods and landslides. This work aims to present a proposal for mapping physical-environmental indicators to support the analysis of geomorphological risk in the hydrographic basin of the Parauapebas

River (PA). The methodology adopted was based on precepts of the theory of ecodynamics (TRICART, 1977), supporting, in this way, the analysis of variables and criteria adopted in the estimation of the fragility of the natural environment of the environments (ROSS, 1994). Four geomorphological risk classes were identified – very low, low, moderate and high. The hydrographic basin of the Parauapebas River showed a worrying panorama in the face of the geomorphological risk, which may, in this sense, be potentiated by the accelerated and disorderly expansion of human activities.

Keywords: risk analysis; environmental cartography; Parauapebas River

INTRODUÇÃO

Ao estudar os fatores dos riscos geomorfológicos, pode-se compreender que as situações de riscos são originadas pela somatória de vários fatores, como as características geológicas, a densidade da cobertura vegetal, a forma desordenada da ocupação, dentre outros. Entretanto, a eficácia na compreensão desses fatores somente ocorrerá se as formas inerentes ao relevo forem relacionadas em termos de sistemas dinâmicos, facilitando assim o entendimento dos processos que formam a sua modelagem (GREGORY, 1992).

O termo risco geomorfológico pode ser definido como o perigo de ocorrência de processos de dinâmica superficial em áreas ocupadas, os quais modelam a paisagem e constituem elementos da geomorfologia (OLIVEIRA, 2004), equacionando a probabilidade de ocorrência, no espaço e no tempo, de situações de instabilidade topográfica e geomorfológica na superfície terrestre (CUNHA e RAMOS, 2013).

A área de estudo está localizada no âmbito da Região de Integração de Carajás (RIC), no estado do Pará, mais especificamente, a bacia hidrográfica do rio Parauapebas (BHP). A escolha desta bacia ocorre justamente por estar inserida na região de maior produção de minério de ferro do estado do Pará e, por conseguinte, apresentar possíveis riscos ambientais, tendo em vista, a presença de 21 barragens de mineração (ANM, 2021).

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma proposta de mapeamento de indicadores ambientais para subsidiar a análise de risco geomorfológico na bacia hidrográfica do rio Parauapebas, a partir de dados geomorfológicos, pedológicos, cobertura vegetal e uso da terra.

METODOLOGIA

A análise do risco geomorfológico fora baseada em preceitos da teoria da ecodinâmica (TRICART, 1977), a qual permite setORIZAR o terreno em meios estáveis, meios intergrades (intermediários) e meios instáveis, bem como, considerou variáveis e critérios adotados por Ross (1994) na estimativa da fragilidade do meio natural.

PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS

Primeiramente, foram utilizados os dados temáticos do Banco de Informações Ambientais (IBGE, 2022), os quais permitiram a confecção dos mapas preliminares de Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso do Solo.

Posteriormente, com intuito de refinar o tema de Geomorfologia, fora adotado o modelo digital de elevação - SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission), adquirido junto ao Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil (TOPODATA-INPE), com resolução espacial de 30 m (1 Arc Second). Nesta etapa, realizou-se a extração de curvas de nível para a geração de grade triangular (TIN), a delimitação da bacia de estudo, a produção de dados morfométricos do terreno (amplitude de elevação e declividade), permitindo os ajustes das classes morfoesculturais e a definição das unidades morfológicas do relevo, equivalente ao 3º táxon da classificação de Ross (1992).

O mapa de cobertura vegetal não fora ajustado, por considerar seu nível de detalhe e informação compatível com a proposta desta pesquisa. No entanto, os dados de uso da terra foram refinados a partir de informações adquiridas junto ao IBGE (2015) e ao Mapbiomas, no que se refere às áreas urbanizadas e às de mineração, respectivamente.

Após a elaboração dos mapas temáticos, realizou-se o cruzamento entre os mesmos, através do processo de álgebra de mapas, o qual permitiu a atribuição de pesos a setores/classes de cada tema, bem como, a definição de valores associados à importância de cada mapa temático, obtendo-se assim uma média ponderada na análise do risco.

A escolha dos pesos está relacionada com a fragilidade/susceptibilidade de cada classe frente ao potencial de risco geomorfológico, onde valores próximos de 1,0 dizem respeito à baixa fragilidade potencial, entorno de 2,0 fragilidade moderada e 3,0 alta fragilidade.

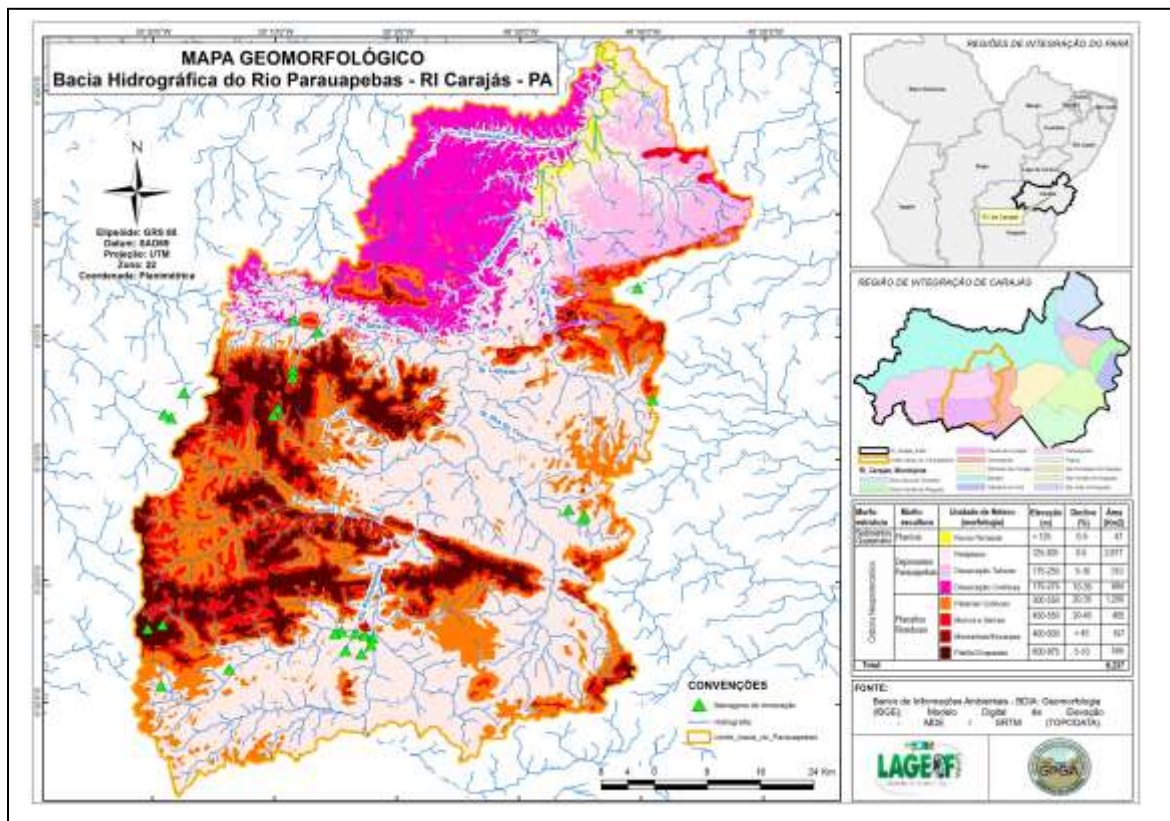
RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise do mapa geomorfológico (IBGE, 2022) e dos aspectos morfométricos (TOPODATA/INPE), permitiu identificar uma classe morfoestrutural (Crátons Neoproterozóicos), três classes morfoesculturais (Planaltos Residuais, Depressões Marginais/Parauapebas, Planície) e, oito modelados/unidades morfológicas (Planície Fluvio-Terracial, Pediplano, Dissecação Tabular, Dissecação Colinosa, Patamar Colinoso, Morros e Serras, Escarpas e Platôs/Chapadas), ambas associadas aos três primeiros níveis taxonômicos de Ross (1992), respectivamente (Figura 01).

A classe morfoestrutural, representada pelos Crátons Neoproterozóicos, associada ao 1º nível taxonômico, funciona como substrato e/ou escudos estruturais sobre os quais estão assente as

Depressões e Planaltos Residuais. Tais estruturas constituem formações antigas e estáveis, datadas do Pré-Cambriano, sendo profundamente metamorfizadas e constituídas, essencialmente, de rochas cristalinas, de formação ígnea e de consolidação intrusiva, ou de material sedimentar dobrado, arrasado e metamorfizado (PENTEADO, 1983), sendo predominantemente marcados por rupturas topográficas, em relação às formações sedimentares.

Figura 01 – Geomorfologia da bacia hidrográfica do rio Parauapebas, RI Carajás



Fonte: Banco de Informações Ambientais - BDIA: Geomorfologia (IBGE, 2022); MDE / SRTM (TOPODATA/INPE)

Com relação à morfoescultura, a BHP apresenta três unidades de mapeamento, associadas ao 2º nível taxonômico, que são: Planaltos Residuais, Depressões Marginais/Parauapebas e Planície. Os Planaltos Residuais se inserem e são representados por uma compartimentação topográfica, caracterizada pela prevalência de processos erosivos e pela esculturização do relevo, mediante o controle estrutural (IBGE, 2009), alcançam altitudes que oscilam entre 400 e 900 metros, em geral, constituídos por rochas cristalinas, apresentando cristas, vertentes ravinadas e escarpas (FURTADO e PONTE, 2013). As Depressões Marginais caracterizam-se por seu embasamento cristalino, associado tanto aos Crátons Neoproterozóicos como aos Cinturões Móveis.

Constituem superfícies aplanadas por ciclos erosivos muito antigos, sepultadas pelos depósitos paleomesozoicos das grandes bacias sedimentares, ao longo do Terciário e do Quaternário (ROSS, 2013). As Planícies estão assente sobre depósitos sedimentares, remontando a formações do Cenozoico, principalmente, do período do Quaternário, sendo representado pelos depósitos estratigráficos mais recentes e inconsolidados, com elevações oscilando entre 100 a 200 metros.

No contexto das classes morfoesculturais, foi possível identificar oito unidades morfológicas do relevo, que são: Planície Fluvio – Terracial (1%); Pediplano (46%); Dissecação Tabular (5%); Dissecação Colinosa (11%); Patamar Colinoso/escalonado (19%); Morros e Serras (7%); Escarpas (3%); e, Platôs/Chapadas (8%).

A partir da análise individual de parâmetros temáticos frente à fragilidade do meio ambiente, foi possível elaborar o mapa de risco geomorfológico da bacia hidrográfica do rio Parauapebas, no contexto da região de integração de Carajás (Figura 02). Através do mapa de risco geomorfológico foram identificados quatro classes de risco, que são: risco muito baixo (45%); risco baixo (14%); risco moderado (8%); e, risco alto (33%).

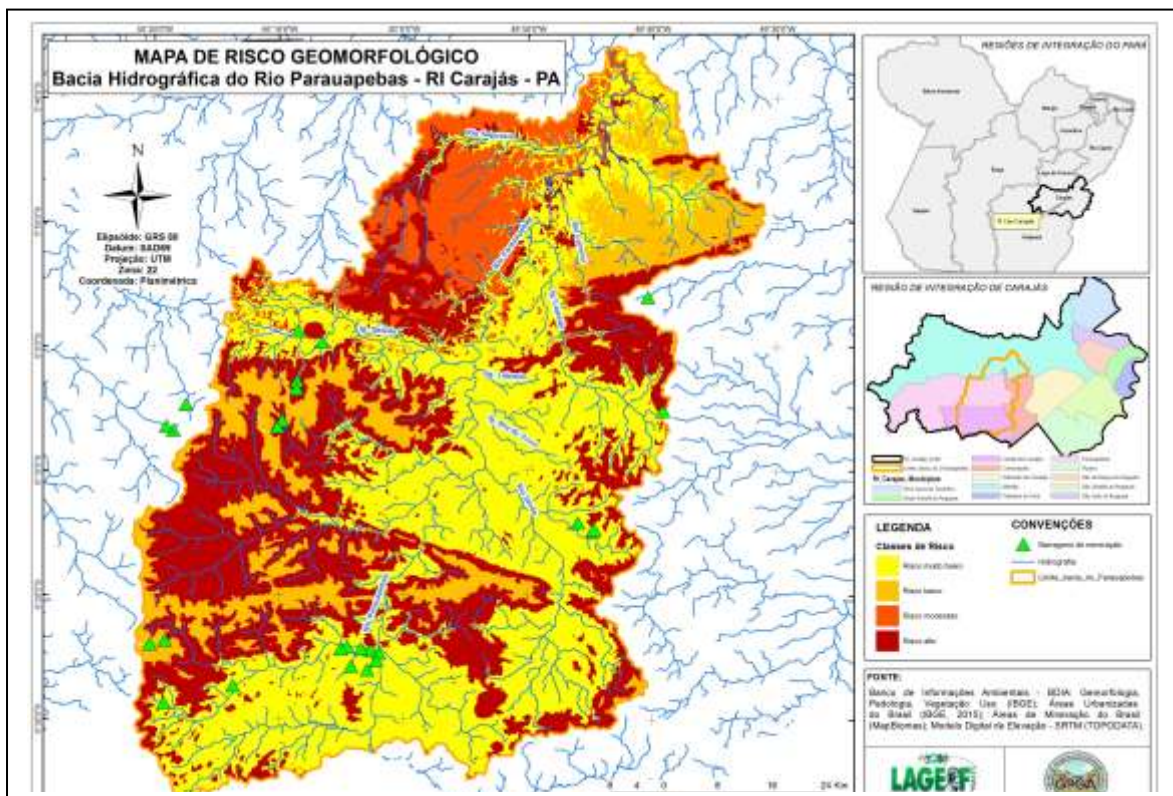
A unidade classificada como risco muito baixo ocupa aproximadamente a metade da área de estudo, em razão, principalmente, das depressões pediplanadas, por representarem relevos predominantemente planos a suave ondulado, associados à baixa declividade e aspectos pedogenéticos relativamente bem desenvolvidos e estáveis. Apesar de esta classe está sob uso predominante de pastagens e, esta, constituir uma estrutura tecnológica de baixa ameaça transformadora frente os aspectos geomorfológicos, o relevo se destaca quanto a importância diante do potencial de risco, fato este que culminou da definição da referida unidade.

A classe considerada como risco baixo corresponde às áreas assentadas sobre os relevos de dissecação tabular (porção nordeste) e sobre os relevos em forma de platôs/chapadas (porção centro-oeste). Apesar da discrepância de elevação, essas áreas apresentam semelhanças quanto ao topo relativamente suave ondulado e a cobertura vegetal representada por florestas densas, excetuando-se aquelas áreas sob a tipologia antrópica de pastagens (porção nordeste), culminando em meios de baixa instabilidade pedomorfogenética, em decorrência da baixa a moderada declividade e, conseqüentemente, na presença de processos erosivos pouco acentuados.

O risco moderado fora assim classificado em razão da ocorrência de relevos com dissecação colinosa, localizados na porção noroeste, representando as áreas de menor ocorrência da BHP. São zonas que apresentam declividades que variam de 10 a 30%, condicionando a ocorrência significativa de processos erosivos, principalmente, nas vertentes mais íngrimes, próximas aos

patamares escalonados (morros e serras). Os fatores fitopedológicos contribuíram decisivamente na definição desta classe, através da presença da Floresta Densa e do Argissolo Vermelho-Amarelo, uma vez que funcionaram como fatores atenuantes frente a instabilidade morfogenética do terreno.

Figura 02 – Risco Geomorfológico da bacia hidrográfica do rio Parauapebas, RI Carajás



Fonte: Banco de Informações Ambientais - BDIA: Geomorfologia, Pedologia, Vegetação Uso (IBGE, 2022); Áreas Urbanizadas do Brasil (IBGE, 2015); Áreas de Mineração do Brasil (MapBiomass)

A classe considerada como risco alto constitui a segunda maior ocorrência na área de estudo, distribuída por toda a BHP, principalmente, nas zonas periféricas da mesma, com destaque para a porção oeste. Essa classe conjuga os aspectos de maior potencial a instabilidade do meio, como os planaltos residuais fortemente dissecados, com declividades variando de 30 a 45% (morros e serras) e, em alguns casos, acima de 45% (escarpas), solos pouco desenvolvidos com ocorrência de afloramentos rochosos, florestas ombrófilas abertas, refúgio vegetacional (savana) e, tipologias de uso com alta ameaça potencial de transformação estratigráfica (mineração).

CONCLUSÕES

A análise do risco geomorfológico da bacia hidrográfica do rio Parauapebas, no contexto da região de integração de Carajás (PA), permitiu tecer algumas conclusões, descritas a seguir:

1. A cartografia ambiental tem mostrado sua eficácia diante de uma maior compreensão dos fatores físico-naturais, partindo da premissa de uma abordagem sistêmica e holística.
2. O mapa de risco geomorfológico constitui a síntese de uma abordagem contraditória, pois leva em consideração fatores favorável e não favorável acerca do potencial de ocorrência de determinados eventos, bem como, possibilita a geração de indicadores de instabilidade e/ou estabilidade do terreno, com sugestões quanto a fragilidade frente a ocupação destes espaços.
3. A Bacia Hidrográfica do rio Parauapebas demonstra um panorama preocupante diante do risco geomorfológico, considerando o fato que a mesma apresenta um elevado potencial a ocorrência de desastres, sejam eles naturais e/ou sociais. Esta afirmativa decorre da presença de fatores favoráveis à eclosão desses eventos, pois quase a metade da bacia é constituída por moderado a alto risco geomorfológico.
4. O risco geomorfológico de ocorrência de desastres naturais, como por exemplo, movimento de massa, restringe-se às áreas assentadas sobre os relevos de maiores declives, como as encostas de morros, serras e escarpas, situadas, predominantemente, na porção centro-oeste da bacia.

REFERÊNCIA

Agência Nacional de Mineração. *Sistema Integrado de Gestão de Barragens de Mineração*, 2021.

CUNHA, L., RAMOS, A. Riscos Naturais em Portugal: alguns problemas e perspectivas e tendências no estudo dos riscos geomorfológicos, in: *LOMBARDO, M., FREITAS, M. (Orgs.). Riscos e Vulnerabilidade: teoria e prática no contexto luso-brasileiro*. Cultura acadêmica, São Paulo, pp. 19-43. 2013.

FURTADO, A.; PONTE, F. MAPEAMENTO DE UNIDADES DE RELEVO DO ESTADO DO PARÁ. *Revista GeoAmazônia*, Belém, v. 02, n. 2, p. 56 - 67, jul./dez. 2013.

GREGORY, K. J. *A Natureza da Geografia Física*. (Tradução de Eduardo Almeida Navarro). Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1992.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Manual técnico de geomorfologia*. / Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 2. ed. Rio de Janeiro, 2009. 182 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Áreas urbanizadas do Brasil*. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Banco de Dados e Informações Ambientais - BDIA: geomorfologia, pedologia, vegetação e uso*. Acesso em: 15 de maio de 2022.

OLIVEIRA, E. L. de A. Áreas de Risco Geomorfológico na Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena, Santa Maria/RS: Zoneamento e Hierarquização. 2004. 141f. *Dissertação* (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

PENTEADO, M. *Fundamentos de Geomorfologia*. 3ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1983.

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos Geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. *Revista do Departamento de Geografia*, 6, 17-29, 1992.

ROSS, J. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. *Revista do Departamento de Geografia FFLCH – USP*, São Paulo, n. 8, 1994

ROSS, J. O Relevo Brasileiro nas Macroestruturas Antigas. *Continentes*, ano 2, n. 2, p. 8-27, 2013.

TRICART, J. 1977. *Ecodinâmica*. IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, Rio de Janeiro