

POTENCIAL NATURAL EROSIVO DOS SOLOS NO PLANALTO DISSECADO GURUPI/GRAJAÚ

Vandernilson Silva dos Santos ¹
Anderson David Martins de Araújo ²
Marcelino Silva Farias Filho ³

INTRODUÇÃO

Compartimento geomorfológico Planalto Dissecado Gurupi/Grajaú está localizado na Amazônia Maranhense, sendo caracterizado por uma complexa rede de drenagem e por solos suscetíveis à erosão devido às suas características físicas e químicas. Compreender o potencial natural erosivo dos solos nesta unidade é fundamental para o desenvolvimento de estratégias de ocupação, de manejo sustentável e para mitigação/contenção dos impactos ambientais.

Estudos sobre o potencial erosivo dos solos fornecem dados cruciais para a implementação de práticas agrícolas e planejamento urbano adequados, prevenindo a degradação do solo com perda ou redução do seu potencial produtivo e, posteriormente, tragédias com perdas materiais e de vidas humanas. Além disso, o conhecimento detalhado sobre a erodibilidade dos solos é essencial para a elaboração de políticas públicas voltadas à conservação do ambiente e à preservação dos recursos hídricos.

A Amazônia Maranhense, devido à sua biodiversidade e aos serviços ecossistêmicos que proporciona, demanda uma abordagem cuidadosa e embasada cientificamente para garantir a manutenção de seus processos naturais. Efetivamente, porém, tem ocorrido um amplo processo de ocupação e uso dos solos, sem o mínimo conhecimento e planejamento, desencadeando graves problemas ambientais com as voçorocas em Buriticupu, bastante noticiado na mídia nacional. Desse modo, analisar o potencial erosivo dos solos no Planalto Dissecado Gurupi/Grajaú permitirá um melhor

¹ Graduando Curso de **Geografia** da Universidade Federal - UFMA, vandernilson.ss@discente.ufma.br;

² Doutorando em **Geografia** da Universidade Estadual - UNIOESTE, anderson.martins@discente.ufma.br;

³ Professor do Curso de **Geografia** da Universidade Federal - UFMA, marcelino.farias@ufma.br;

entendimento dos fatores que influenciam a erosão, como a precipitação, a cobertura vegetal e as práticas de uso do solo, permitindo a adoção de medidas preventivas eficazes.

Na presente pesquisa, objetivou-se analisar as feições morfológicas presentes na unidade do Planalto Dissecado Gurupi/Grajaú, incluindo bordas erosivas e vales entalhados e avaliar a vulnerabilidade da área aos processos erosivos, considerando as classes de declividade.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de Estudo

O Planalto Dissecado Gurupi-Grajaú, ocupa o setor centro-ocidental do estado do Maranhão. E caracteriza-se por um conjunto de superfícies tabulares elevadas por epirogênese e bruscamente delimitadas em rebordos erosivos, por onde se encaixam vales incisivos e aprofundados que apresentam desnivelamentos locais, por vezes, superiores a 100 m (DANTAS et al., 2013).

Os citados planaltos estão alçados de forma irregular em cotas altimétricas diferenciadas, sendo crescentes de norte a sul, variando entre, aproximadamente, 100 e 400m. Parte destes terrenos estão inseridos em terrenos florestados da Amazônia Oriental, onde estão alguns dos principais fragmentos florestais do estado do Maranhão (BANDEIRA, 2013), correspondente à Terra Indígena Araribóia.

De acordo com o IBGE (1997), esse planalto caracteriza-se por apresentar topos planos, cuja vulnerabilidade é muito baixa e vertentes dissecadas, em coberturas detriticas, com níveis lateríticos de idade pleistocênica, em que a vulnerabilidade dominante é alta. Os topos planos em altitudes variadas acham-se limitados por escarpas e correspondem a chapadas residuais que foram isoladas pela dissecação e mantidos pelos níveis lateríticos ou por arenitos semibrando.

De acordo com Zoneamento Ecológico Econômico do Maranhão (2019), constataram que houve alteração considerável de Floresta Ombrófila, com ocorrência de extrativismo e agropecuária.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A abordagem metodológica adotada foi norteada pela a Teoria Geossistêmica, definida por Bertrand (1972 apud PEREIRA, 2017), a partir de revisão de literatura, de levantamento de dados secundários e da elaboração de mapas em ambiente SIG.

Os dados secundários foram coletados em produção científica acerca da área, em relatórios do Zoneamento Ecológico e Econômico do Estado do Maranhão (Bioma Amazônico) e em bibliotecas virtuais do IBGE e do IBAMA. Para elaboração dos mapas, foi utilizado o QGIS 3.34.7 na escala de 1:2200000.

REFERENCIAL TEÓRICO

A erosão é um processo natural intrinsecamente relacionado a evolução da paisagem e à dinâmica geoquímica planetária e áreas como o planalto dissecado Gurupi-Grajaú passam por intensa dissecação, com terrenos movimentados e superfícies arrasadas por sulcos erosivos.

“O relevo exerce papel fundamental no processo erosivo, controlando a velocidade do escoamento da água em função do comprimento da vertente e do grau de declive do terreno” (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2005, p. 55-56). Por outro lado, essas áreas de relevo movimentado têm sido utilizada pela agropecuária extensiva na Amazônia, resultando em significativa degradação ambiental (QUEIROZ, 2009; LEMOS; SILVA, 2011).

Os solos da região possuem erodibilidade alta que, quando associada às chuvas de elevado poder erosivo e relevo ondulado marcados pela presença de graben, são fortemente erodidos. Por outro lado, este processo natural pode ser intensificado pelo homem, tanto em ambientes rurais quanto nas cidades.

A perda de solo por erosão é um grave problema, afetando a produtividade agrícola, a qualidade de vida (CASTRO et al., 2006) e todo o equilíbrio ambiental. Entender a dinâmica dos processos erosivos e aplicar medidas de controle é crucial para conservar os solos, garantir a segurança alimentar (CAMPOS, 2019) e as dinâmicas ecossistêmicas.

Os atributos dos solos, como textura, estrutura, teor de matéria orgânica, e estabilidade de agregados, influenciam a erodibilidade (ZIMBACK, 2003; FARIAS

FILHO, 2015). Solos arenosos e siltosos possuem alta erodibilidade, especialmente em áreas de relevo ondulado (LEPSCH, 2011).

Geologicamente, a área de estudo, parte da Formação Itapecuru, apresenta arenitos e siltitos semibrandos e com elevada vulnerabilidade à erosão, devido às condições climáticas e características do solo (MOURA, 2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos processos erosivos na região do planalto dissecado Gurupi-Grajaú revela uma complexa interação entre fatores geomorfológicos e climáticos, que intensificam a erosão, especialmente nas bordas das chapadas. Um fenômeno notável é a formação de grabens e o entulhamento de vales, que contribuem significativamente para a dinâmica erosiva da área a partir do recuo de vertentes.

O manejo do solo na área de estudo, seja para produção agrícola, seja para algum tipo de edificação, contribuem para acelerar e originar processos erosivos sulcos. Somados a estes processos, a textura siltosa dos solos associadas ao espesso pacote sedimentar, permitem que a erosão em sulco avancem rapidamente, uma vez que estejam estabelecidas.

Para Guerra e Cunha (2012), as características das encostas pode afetar a erodibilidade dos solos de diferentes maneiras, pois a declividade, o comprimento de rampa e a sua forma podem potencializar o desalojamento de sedimentos. A vegetação também assume grande importância no controle da erosão, pois além da proteção externa aos solos, seu sistema radicular contribui para a maior resistência do solo frente aos processos de desagregação. Entretanto, a eficácia da cobertura vegetal na redução da erosão depende do seu porte, do tipo de arranjo espacial entre plantas e da densidade da cobertura do solo. Na área de estudo, a vegetação nativa era adensada, tipicamente amazônica. Entretanto, a extração madeireira, os desmatamentos para implantação de pastagens e áreas agrícolas seguidos das queimadas, suprimiram fortemente a cobertura vegetal e permitiram o surgimento e intensificação de vários processos erosivos.

Contudo, Santos (2019) desenvolveu pesquisas na região de Buriticupu, identificando na porção sul da área de estudo uma variação abrupta de altitude, principalmente ao longo dos corpos d'água. Os resultados demonstraram que o potencial natural dos solos à erosão é muito forte, associado à ausência da vegetação

original, o que potencializa perdas catastróficas de sedimentos. Essas perdas estão diretamente relacionadas à topografia, dado que há predominância de classes de relevo escarpado a montanhoso.

O planalto aqui analisado possui litologia caracterizada pela presença de arenitos avermelhados, médios a grosseiros, com faixas conglomeráticas muito argilosas e intercalações de argilitos e siltitos, de coloração variegada (CPRM, 2011). Seguem-se arenitos avermelhados e esbranquiçados, finos a médios, caulínicos, com estratificação cruzada de grande porte. Nas outras regiões, os arenitos são geralmente finos com faixas de arenitos médios.

O mapeamento de solos realizado pelo ZEE-MA (2019), mostra que 76,81% do bioma (90.242,25km²) é composto pelas seguintes classes de solos: argissolo vermelho-amarelo (28,29%), latossolo amarelo (15,01%), plintossolo argilúvico (17,91%), gleissolo tiomórfico (7,28%) e os plintossolos háplicos (8,32%). As outras classes somam 27.248,33km² o que corresponde a 23,19% da área total mapeada. Entretanto, as classes que predominam dentro do planalto são os Argissolos Amarelos, Vermelhos e Vermelho-amarelos.

O entulhamento de vales é outro aspecto crítico na região. Esse fenômeno ocorre quando sedimentos erodidos de áreas adjacentes são depositados nos vales, preenchendo-os parcialmente e alterando o padrão de drenagem natural. O entulhamento é um processo que tem atuação constante na região do Planalto Gurupi Grajaú e pode levar ao desvio de cursos d'água e ao aumento da erosão nas margens dos vales, onde o fluxo de água busca novos caminhos. Este processo, além de modificar a paisagem, pode criar novas áreas de instabilidade e aumentar a vulnerabilidade do solo à erosão.

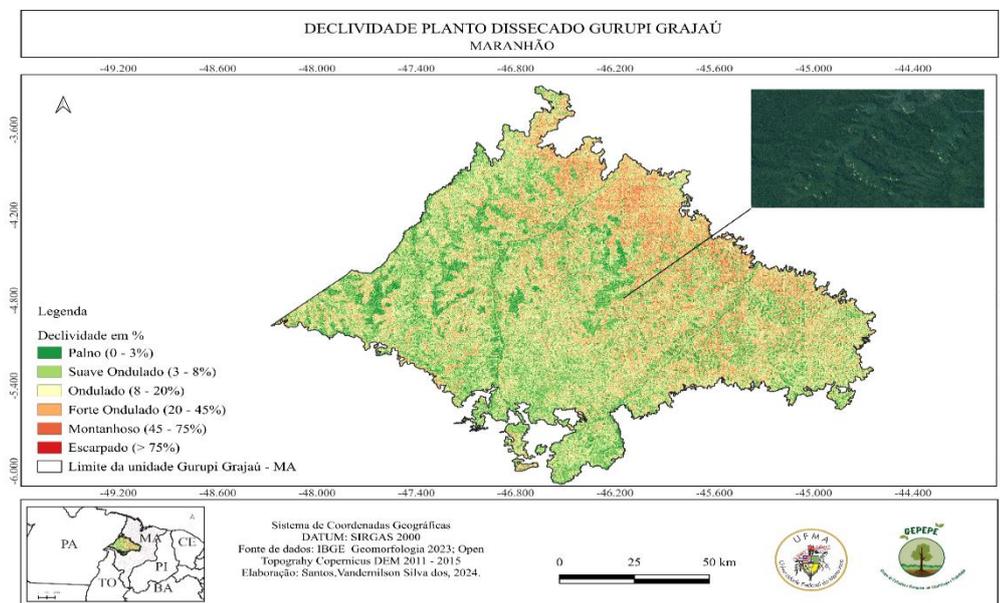
Nas bordas das chapadas, a erosão é intensificada devido à combinação de declividades acentuadas e à exposição direta às precipitações. As escarpas íngremes e as superfícies arrasadas são particularmente suscetíveis à erosão superficial e à formação de ravinas e voçorocas. As chapadas atuam como plataformas elevadas, e suas bordas são pontos críticos onde a energia cinética das águas pluviais se concentra, facilitando a desagregação e o transporte de partículas do solo, solos mal estruturados como já citamos anteriormente.

Por tanto, Santos (2019) ao realizar um estudo sobre a Estimativa do Potencial Natural de Erosão dos Solos em Buriticupu, identificou diversos fatores que

influenciam o comportamento da superfície desse município. Os valores encontrados para classes de relevo, declividade e tipos de solos variam de média a muito alta erodibilidade, especialmente para os argissolos. Contudo, os resultados obtidos não se aplicam apenas a Buriticupu, pois se estendem a toda a região devido às características semelhantes.

Entretanto, o uso das ferramentas de geoprocessamento possibilitou testar a viabilidade dos Modelos Digitais de Elevação (MDE) para a elaboração de mapas temáticos que oferecem suporte ao estudo do relevo, possibilitando a extração de valores para as áreas equivalentes há declividade em porcentagem (figura 01)

Figura 01 - Mapa de Declividade Planalto Dissecado Gurupi Grajaú.



Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Sendo assim, pós-processamento o mapa de declividade nos mostrou seis classes em que classificou como plano de 0 a 3% com área equivalente 6.346,28 km², onde a inclinação é mínima, associando-se às áreas com erosão de baixa intensidade e apta à agricultura que já vem se consolidando na região. A classe de relevo suave ondulado (inclinação de 3 a 8%), possui área de 17.363,51 km² e potencial erosivo médio.

A classe de relevo ondulado (declividade entre 8 a 20%) possui área de 18.478,69 km², apresentando ondulações mais acentuadas, por isso, apresentam maior erodibilidade. Estas áreas tem sido historicamente utilizadas para a pecuária, fato que intensifica a erosão em sulco devido a supressão da vegetação, ao pisoteio do gado e a construção de cercas. Já a classe forte ondulado, com declividade de 20 a 45%,

apresenta área de 10.433,56 km². Essas áreas tem inclinação bastante pronunciadas, onde o manejo do solo se torna mais complexo e, quando mal manejadas (como no caso da pecuária extensiva e roça tropical), apresentam forte erosão hídrica.

A classe de relevo montanhoso, com declividade entre 45 a 75%, corresponde a uma área de 18.27,97 km², com inclinações íngremes. Essas áreas são desafiadoras devido à alta taxa de erosão e instabilidade do solo. Mesmo assim, estas áreas têm sido utilizadas com pastagens para a pecuária extensiva, o que intensifica ainda mais os processos erosivos, resultando em voçorocas de grande magnitude.

De certo modo, os resultados das análises físicas e morfológicas realizados por Campos (2019) revelam que os solos de Buriticupu, sobretudo nos primeiros horizontes, apresentam granulometria grosseira. Essa característica está intimamente ligada à erodibilidade, uma vez que define parcialmente a dificuldade ou facilidade de infiltração de água no perfil do solo. Já nas camadas mais internas há o predomínio da fração argila. Neste sentido existe um notável gradiente textural (forte disparidade textural entre os horizontes superficiais, com predomínio de areia, e os horizontes subsuperficiais, com predomínio da fração argila).

Ao analisarmos os resultados obtidos identificamos que há relação significativa entre as variáveis relevo, declividade e solos. Este último, detendo um gradiente textural com disparidade entre os horizontes, potencializa os processos erosivos natural em áreas declivosas ou seja bastante íngreme.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Além dos fatores naturais, as atividades humanas, como a agricultura e pecuária extensiva intensificam os processos erosivos. A remoção da cobertura vegetal natural, que atuava como uma proteção contra a erosão, expõe o solo diretamente à ação das chuvas, aumentando a erosividade das precipitações e a erodibilidade dos solos.

A intensificação da erosão nas bordas das chapadas e nas áreas de grabens e vales entulhados tem causado diversas consequências ambientais e sociais. A perda de solo fértil reduz a produtividade agrícola, aumenta os custos de produção e compromete a segurança alimentar. Além disso, obrigando as pessoas a deixarem suas casas por falta de planejamentos das autoridades competentes.

A região apresenta áreas planas e suave onduladas, totalizando 33% da área. As classes com maior declividade (onduladas, forte onduladas a escarpadas) ocupam a maior parte da área de estudo e possuem significativa influência na erosão do solo, totalizando 66% de toda a região. Esses resultados revelam que há uma relação intrínseca entre topografia associada aos solos de elevada erodibilidade com a erosão podendo ser potencializada com as atividades humanas sem um devido planejamento.

Para mitigar esses impactos, é fundamental a implementação de práticas de manejo sustentável do solo e de técnicas de conservação da água e do solo, e o reflorestamento das áreas degradadas a destinação das mesmas deveriam ser para reservas de florestas ou usos menos intensivos. O incentivo a políticas públicas voltadas para a gestão integrada dos recursos naturais são essenciais para a mitigação dos efeitos negativos da erosão na região.

Palavras-chave: Potencial erosivos; Degradação do solo; Feições morfológicas; Amazônia Maranhense; Declividade.

REFERÊNCIAS

- BANDEIRA, I. C. N. **Geodiversidade do estado do Maranhão**. 2013.
- BERTONI, J; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 2005. 5ª Edição.
- CAMPOS, A. A. C., **Condicionantes dos processos erosivos na área Urbana de Buriticupu - MA: O caso da voçoroca do bairro Santos Dumont**. 2019. 106 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço. Universidade Estadual do Maranhão, 2019.
- CPRM (Serviço Geológico do Brasil). **Relatório diagnóstico do município de Buriticupu**. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. 94 2011.
- DANTAS, M. E. **Biblioteca de relevo do território brasileiro**. In: BANDEIRA, I. C. N. (Org.) Geodiversidade do estado do Maranhão. Teresina: CPRM, 2013. 294 p.
- FARIAS FILHO, M. S. **Variabilidade espacial dos atributos físicos e químicos em um Gleissolo Melânico sob três áreas no município Arari - MA**. Jaboticabal, SP: FCAV, 2014. (Tese de doutorado - Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Ciência do Solo).
- GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 11. ed. Rio de Janeiro, RJ: Bertrand Brasil, 2012. 474 p.

LEMOS, A. L. F.; SILVA, J. A. **Desmatamento na Amazônia Legal: Evolução, Causas, Monitoramento e Possibilidades de Mitigação Através do Fundo Amazônia. Florestas e Ambiente.** 2011; 18(1). P. 98-103.

LEPSCH, I. F. **19 Lições de Pedologia.** São Paulo: Oficina de Texto, 2011.

MOURA, E. G. **Agroambientes de transição avaliados numa perspectiva da agricultura familiar.** In: MOURA, E. G. (org.). **Agroambientes de Transição entre o trópico úmido e o semi-árido do Brasil.** São Luís: UEMA, 2004.

PEREIRA, P. R. M. **As transformações históricas e a dinâmica atual da paisagem do município de Pedro do Rosário, Baixada Maranhense.** Presidente Prudente, f. 119, 2017. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.

Portal de mapas IBGE: <https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#mapa224030>. Acesso em; 02 jul. 2024. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/geomorfologia/10870-geomorfologia.html?=&t=downloads>. Acesso 02 jul. 2024.

QUEIROZ, F. A. **Impactos da sojicultura de exportação sobre a biodiversidade do cerrado. Soc. Nat.** Uberlândia, v. 21, n. 2, p. 03, ago. 2009.

Relatório Técnico de Classificação da Vegetação do Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Maranhão (ZEE-MA) - **Etapa Bioma Amazônico.** Disponível em: <http://homologacao.zee.ma.gov.br/wp-content/uploads/2021/11/Vegetacao.pdf>. Acesso em: 04 de setembro de 2023.

Relatório Técnico de Pedologia do Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Maranhão (ZEE-MA) - **Etapa Bioma Amazônico 2019.** Disponível em: <http://homologacao.zee.ma.gov.br/wpcontent/uploads/2021/11/pedologiadiagnostico.pdf>. Acesso em: 31 de agosto de 2023.

SANTOS, A. de L. **Estimativa do potencial natural de erosão dos solos de Buriticupu, Maranhão-Brasil, por meio da EUPS com o uso de sistema de informação geográfica.** 2019. 48 f. Monografia (Graduação em Geografia) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2019.

ZIMBACK, C. R. L. **Geoestatística.** Grupo de estudos e pesquisas agrárias georreferenciadas. Botucatu, Universidade Estadual Paulista, 2003.