Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.12, 2024
ISSN 2178-6925

MAPEAMENTO DE EROSÃO URBANA NO MUNICÍPIO DE GURUPI-TO

MAPPING OF URBAN EROSION IN THE MUNICIPALITY OF GURUPI-TO

Thâmara Natiely Da Silva Evangelista
Graduanda do Curso de Engenharia Civil da Universidade de Gurupi – UnirG
Estudante, Universidade de Gurupi, Brasil
E-mail: thamaranatiely2017@gmail.com

Willian Roque Barros
ORCID: https://orcid.org/0009-0008-5667-0376
Graduando do Curso de Engenharia Civil da Universidade de Gurupi – UnirG
Gurupi/TO, Brasil E-mail: willianrbarros@unirg.edu.br

José Carlos Frazão Merabet Júnior
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1215-8310
Engenheiro Civil, Mestre em Engenharia Civil com ênfase em Geotecnia
Professor de Engenharia Civil da Universidade de Gurupi – UnirG Gurupi/TO, Brasil
E-mail: jose_merabet@hotmail.com

Resumo

Este estudo aborda os processos erosivos urbanos em Gurupi, no Tocantins, focando em suas causas, impactos e possíveis soluções. A pesquisa foi realizada em regiões da cidade que enfrentam desafios devido à falta de planejamento adequado para o controle das águas pluviais. A metodologia incluiu análise geológica e pedológica, além de inspeções de campo para a identificação de sinais de erosão, como ravinas e voçorocas. Os resultados indicaram a presença de feições erosivas em locais específicos, especialmente em áreas mais baixas e com deficiência na infraestrutura de drenagem. O estudo também destacou a importância de intervenções práticas, como a melhoria da drenagem e o planejamento urbano sustentável, para mitigar os impactos erosivos e aumentar a resiliência da cidade frente às mudanças climáticas e ao crescimento populacional. A implementação de medidas

adequadas pode ajudar a evitar a evolução dos processos erosivos, garantindo a preservação ambiental e a qualidade de vida urbana.

Palavras-chave: Erosão; Mapeamento; infraestrutura urbana.

Abstract

This study addresses urban erosion processes in Gurupi, Tocantins, focusing on their causes, impacts, and potential solutions. The research was conducted in areas of the city facing challenges due to the lack of proper planning for stormwater management. The methodology included geological and pedological analysis, as well as field inspections to identify signs of erosion, such as ravines and gullies. The results indicated the presence of erosional features in specific locations, especially in lower-lying areas with deficient drainage infrastructure. The study also highlighted the importance of practical interventions, such as improving drainage systems and sustainable urban planning, to mitigate erosional impacts and increase the city's resilience to climate change and population growth. The implementation of adequate measures can help prevent the progression of erosional processes, ensuring environmental preservation and urban quality of life.

Keywords: Erosion; Mapping; Urban infrastructure;

1. Introdução

A erosão é o processo de desgaste e transporte de partículas de solo e rocha, causado por agentes naturais (como água, vento e gelo) ou por atividades humanas. Esse fenômeno resulta na remoção do solo da superfície terrestre, frequentemente resultando em degradação ambiental, perda de nutrientes e a formação de voçorocas e deslizamentos de terra, impactando a qualidade do solo e a produtividade agrícola (Morgan, 1995; Aksoy; Kavvas, 2005; Shikangalah *et al., 2*016).

Em áreas urbanas, do ponto de vista econômico, a erosão afeta a infraestrutura urbana e, do ponto de vista ambiental, causa o assoreamento de lagos e canais. Além dos problemas ambientais, há também questões de saúde, uma vez que as áreas escavadas pela erosão nas regiões urbanas tendem a se tornar focos de vetores patogênicos devido ao acúmulo de lixo e esgoto (Coulon *et al*., 2016; Yao, 2018; Ferreira *et al*., 2018; Ercoli *et al*., 2020).

O rápido crescimento populacional, a crescente demanda por terras para assentamentos e a remoção da vegetação, juntamente com as mudanças climáticas, agravam a erosão do solo por água em áreas agrícolas e urbanas. De acordo com Camapum *et al*. (2006), a urbanização, como toda obra que interpõe

estruturas pouco permeáveis entre o solo e a chuva, faz com que a infiltração diminua e o escoamento superficial seja incrementado, impondo mudança de regime de escoamento localmente drástica, contribuindo para a intensificação dos processos erosivos, especialmente em áreas já vulneráveis. As ruas são as principais adutoras das águas captadas pelos telhados, somadas às do escoamento local, que, se desprovidas de drenagem de águas pluviais, podem dar início a processos erosivos de grande escala, podendo comprometer também os ecossistemas locais.

Além disso, Santos de Jesus e Camapum de Carvalho (2017) apresentaram em sua pesquisa uma relação entre os fenômenos de erosão e o contexto socioeconômico de uma população que habita uma área afetada por voçorocas no município de Anápolis-GO. Os resultados revelaram um perfil caracterizado por baixa escolaridade, subempregos e salários reduzidos, além de deficiências na infraestrutura urbana e no acesso a serviços básico. A pesquisa destacou também a dificuldade da comunidade em compreender os riscos associados ao ambiente em que vive, especialmente em relação às voçorocas. Esses achados ratificam a importância de implementar ações governamentais voltadas para a estruturação do uso do solo e a promoção da educação ambiental, visando prevenir o início e a intensificação de processos erosivos na região.

Nesse contexto, a identificação e o mapeamento de erosões são cruciais para a gestão eficiente dos recursos naturais e a mitigação dos impactos ambientais e estruturais associados a esse fenômeno. Ao mapear áreas suscetíveis à erosão, é possível implementar estratégias de manejo mais eficazes, direcionar esforços de conservação e planejar intervenções para reduzir a perda de solo e proteger a infraestrutura urbana e rural. Estudos como o de Weikmann e*t al.* (2020) destacam que o mapeamento detalhado permite a previsão de áreas de risco e a elaboração de planos de manejo específicos, promovendo a sustentabilidade a longo prazo.

Ademais, a identificação precisa das áreas afetadas facilita a implementação de técnicas de controle, como o uso de coberturas vegetais e a construção de estruturas de contenção, contribuindo para a preservação da qualidade ambiental e a prevenção de danos (Pimentel *et al*., 1995).

O município de Gurupi, localizado no Estado do Tocantins, segundo o

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), teve um aumento de 56.018 habitantes em 2000 para aproximadamente 85.126 habitantes em 2022, um crescimento expressivo que reflete a tendência de migração para as cidades do interior, impulsionada pela melhoria na infraestrutura e pelos investimentos em transporte e serviços básicos (IBGE, 2022). Devido a essa expansão urbana acelerada e, muitas vezes, de forma desordenada, como a disposição inadequada de resíduos sólidos e remoção da cobertura vegetal, pode haver intensificação dos processos erosivos e gerar uma série de impactos ambientais, especialmente nas áreas próximas a corpos d'água, como no córrego Mutuca, conforme estudos realizados por Ferreira *et. al* (2015) e Araújo *et. al* (2020).

Dessa forma, esta pesquisa tem como objetivo principal realizar um estudo de campo no município de Gurupi -TO para identificar eventuais áreas afetadas pela erosão urbana, bem como suas feições, e analisar os fatores que contribuem para sua ocorrência e compreender o impacto social e ambiental nas comunidades locais.

2. Metodologia

A metodologia utilizada neste estudo seguiu uma estrutura sequencial, iniciando com a definição da área de estudo, que foi escolhida com base na relevância ambiental e nos impactos observados nas áreas urbanas de Gurupi-TO. A segunda etapa aborda a análise das características geológicas e pedológicas da área, avaliando a estrutura geológica e as propriedades do solo, a fim de identificar possíveis vulnerabilidades, como a propensão à erosão ou a infiltração inadequada de águas pluviais, que podem ser agravadas pela ocupação desordenada.

Por fim, são apresentadas as inspeções de campo, que consistiram em visitas técnicas ao local para a coleta de dados visuais e informações complementares sobre as condições atuais do ambiente. Durante as inspeções, foram registrados sinais de degradação como a presença de erosões. Esses dados serviram para embasar o diagnóstico e orientar possíveis ações de recuperação da área.

2.1 Área de estudo

O presente trabalho tem como área de estudo o município de Gurupi,

localizado no Estado do Tocantins (Figura 1), nas coordenadas 11°43´48´´ S, 49°04´08´´O, que experimenta um crescimento urbano e já enfrenta alguns problemas devido esse crescimento, conforme já mencionado. O clima é do tipo tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. As temperaturas geralmente ao longo do ano variam, entre 22ºC e 28ºC em média e a precipitação média anual é de 1.500 mm a 1.600 mm (KLINK; MACHADO, 2005).

Localizado no sul do estado de Tocantins, o município faz parte da bacia hidrográfica do rio Tocantins, que é o principal sistema fluvial do estado e um dos maiores do Brasil, com grande importância tanto ambiental quanto para a produção de energia elétrica e irrigação na região de acordo com a Agência Nacional de Água – ANA (2015).

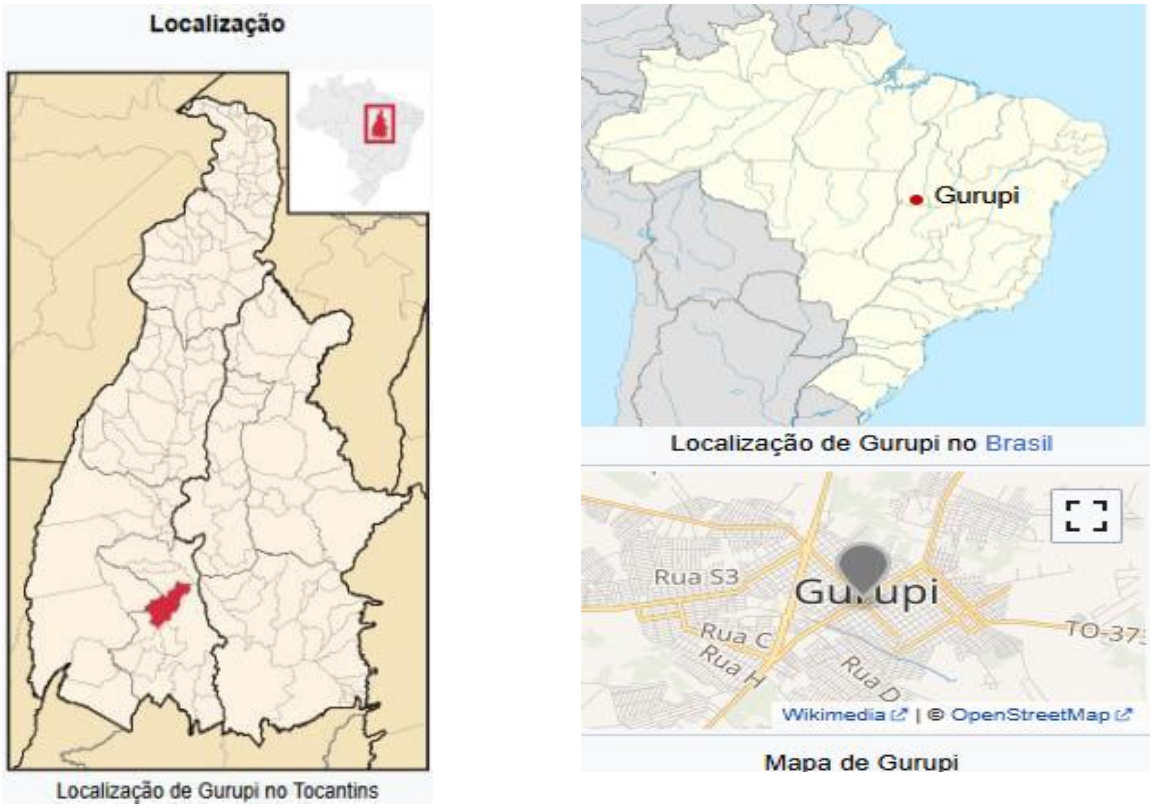

Figura 1 - Mapa de localização de Gurupi. Fonte: Google Maps.

2.2 Características geológicas e pedológicas

Na região, predomina a vegetação típica de Cerrado. Possui solos concrecionários mais a oeste, mas a maior parte são Latossolos, com pequena faixa

de solos Litólicos mais ao centro e solo Hidromoórficos seguindo as linhas de drenagem. De acordo com o mapa de pedologia (Figura 2) do município produzido pela Empresa Brasileira de Pesquisa em Agropecuária – EMBRAPA, os Latossolos Vermelho-Amarelos são em quase 61% do território, que são solos identificados em extensas áreas dispersas em todo o território nacional associados aos relevos, plano, suave ondulado ou ondulado. Conforme mostra a Figura 3, gerada a partir da integração do software de geoprocessamento Qgis e do Google Earth Pro, praticamente toda a parte urbana da cidade está situada nesse tipo de solo.

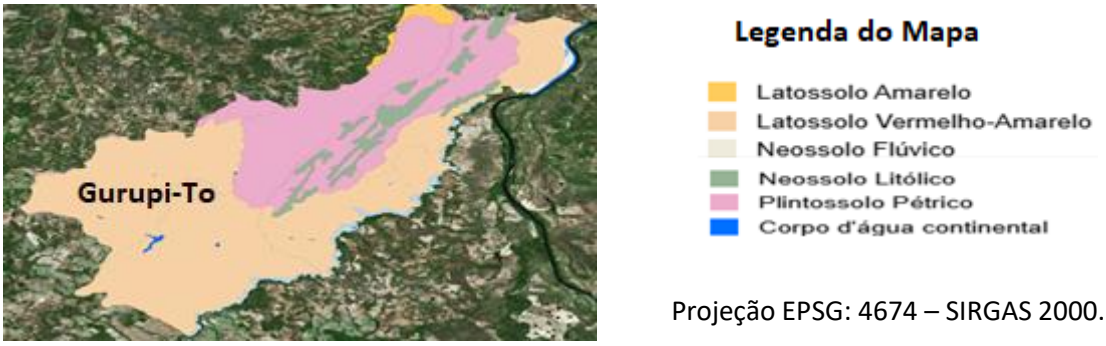

Figura 2 - Mapa de Pedologia do Município de Gurupi-TO. Fonte: Adaptado de Embrapa, 2021.

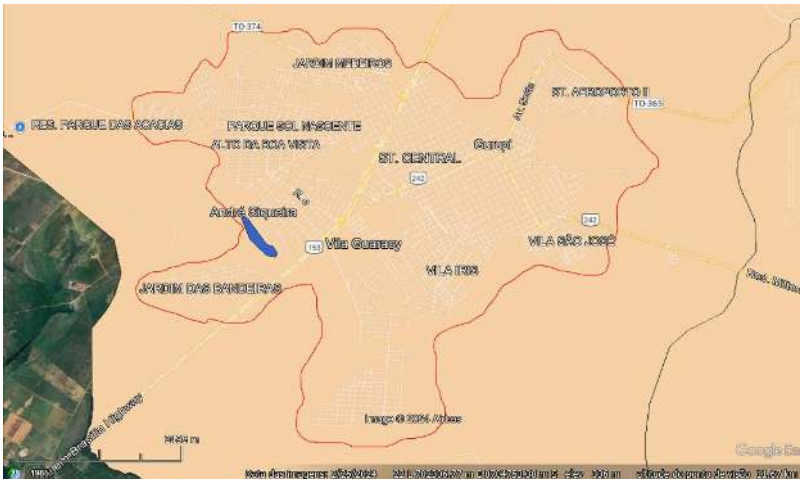

Figura 3 – Delimitação da área urbana do município de Gurupi-TO no mapa de Pedologia.
Fonte: Elaborado pelos autores.

Os Latossolos Vermelho-Amarelos ocorrem em ambientes bem drenados, sendo muito profundos e uniformes em características de cor, textura e estrutura em profundidade (EMBRAPA 2021), conforme ilustra a Figura 4. São solos profundos e porosos ou muito porosos, fato que pode oferecer boa infiltração da água da chuva e diminuir o escoamento superficial, reduzindo o poder erosivo.



Figura 4 - Latossolo Vermelho-amarelo. Fonte: Acervo da Embrapa Solos.

2.3 Vulnerabilidade à Erosão

De acordo com o mapa de suscetibilidade à erosão elaborado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA em 2019, grande parte do território do município de Gurupi está situado numa área de baixa vulnerabilidade (Figura 5), com pouquíssimas regiões nas áreas de alta e muita vulnerabilidade. O mapa é obtido pelos dados de erodibilidade dos solos (dados intrínsecos ao solo, oriundos de levantamentos pedológicos), declividade do terreno e erosividade da chuva, ao passo que a exposição aos processos erosivos é obtida por meio dos dados das classes de uso e cobertura do solo, e das pastagens degradadas do Brasil. Esse complexo cruzamento de informações foi produzido por meio de modelagens matemáticas baseadas na interpretação especialista, utilizando chaves de interpretação (Geoinfo, 2020).

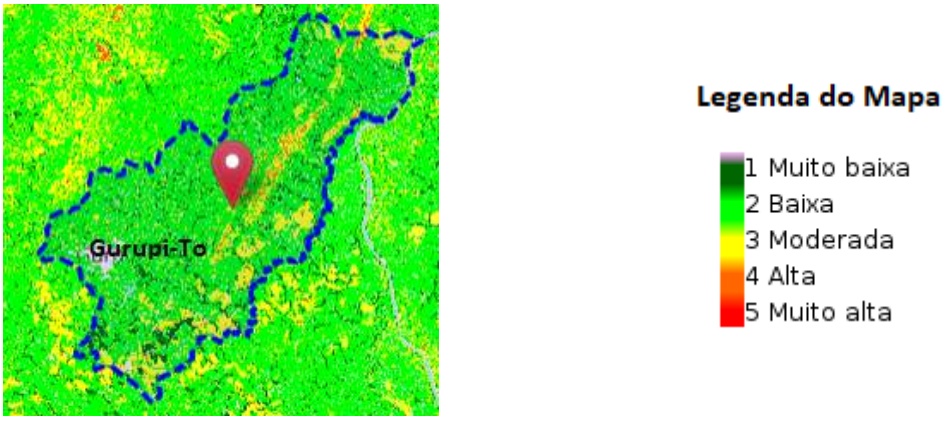

Figura 5: Mapa de vulnerabilidade à erosão dos solos no Brasil. Fonte: Adaptado da Embrapa (2020).

2.4 Estudo de Campo

Para identificar as erosões urbanas do município de Gurupi-TO, foram realizadas visitas em alguns setores situados em regiões periféricas do centro urbano, mais especificamente os Setores: Jardim Tocantins, Setor Aeroporto, Setor Aeroporto 2 e ao Setor Nova Fronteira. A Figura 6 abaixo ilustra os locais visitados. As visitas ocorreram no início do mês de outubro, no início do período chuvoso da região. Para auxiliar na visita e registro dos pontos de visita foi utilizado aplicativo GPS Mapa câmera.



Figura 6: Locais Visitados para a Pesquisa de Campo. Fonte: Adaptado do Google Earth.

Para avaliar as feições erosivas, foi utilizada a Cartilha de Erosão

desenvolvida pela UFG e UNB e está contida no livro do livro Erosão em Borda de Reservatório (Sales *et al*. 2017). A cartilha é uma importante ferramenta para o diagnóstico e manejo de processos erosivos no Brasil, especialmente no contexto de estudos e ações voltadas para a conservação do solo e o controle da erosão. O objetivo principal dessa cartilha é fornecer diretrizes e orientações práticas para a identificação e classificação de diferentes tipos de erosão, além de apresentar métodos de mitigação e estratégias de manejo sustentável para prevenir e recuperar áreas afetadas. O Figura 7 ilustra um fluxograma que resume a estrutura e o conteúdo da cartilha

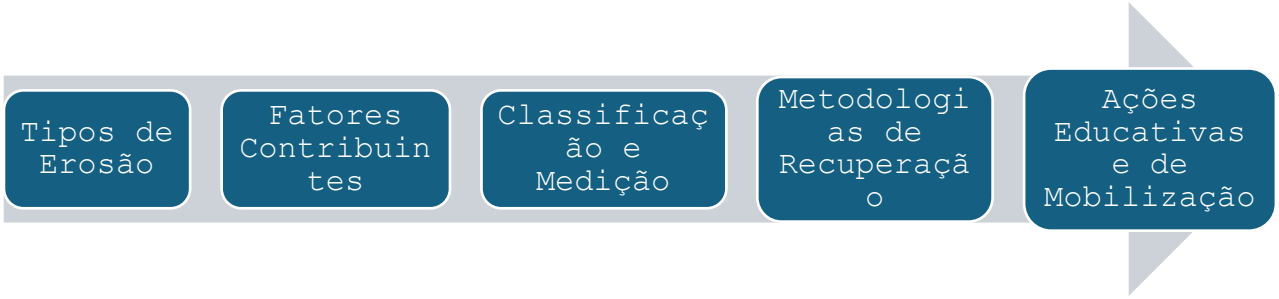

Figura 7: Estrutura e Conteúdo da Cartilha de Erosão. Fonte: Elaborado pelos autores.

A classificação das erosões foi realizada com base no critério geométrico da profundidade, considerado por Camapum de Carvalho *et al*. (2006) como o mais utilizado no Brasil. Esse sistema de classificação distingue três tipos principais de erosão: laminar, ravina e voçoroca, que representam uma sequência natural na evolução dos processos erosivos. A erosão laminar ocorre inicialmente de forma uniforme, removendo uma fina camada superficial do solo. A seguir, surgem os sulcos, que evoluem para ravinas e, eventualmente, para voçorocas, sendo que esta última fase pode se desenvolver rapidamente, dependendo das condições locais.

A classificação, portanto, considera aspectos geométricos até geomecânicos e de fluxo. Sulcos são canais de até 10 cm de profundidade gerados pelo escoamento superficial, que podem evoluir para ravinas (canais com profundidade superior a 10 cm e até 50 cm) e, eventualmente, voçorocas, que são erosões mais profundas e instáveis, associadas à erosão interna e à esqueletização do solo.

3. Resultados e Discussão

Os resultados da pesquisa de campo indicaram a presença de erosões

laminares, ravinas, voçorocas e áreas com potencial para a ocorrência de erosão em diversas regiões de Gurupi-TO.

No Setor Jardim Tocantins, foram identificadas três ravinas, visíveis nas Figuras 8 e 9. A Figura 9 demonstra que algumas dessas ravinas já estão evoluindo para voçorocas, o que está comprometendo a infraestrutura do pavimento na Rua 22. A ausência de dispositivos adequados de drenagem, como sarjetas, contribui significativamente para a aceleração desses processos erosivos.



Figura 8 – identificação de Ravinas na Rua Treze no Setor Jardim Tocantins, Gurupi-TO.



Figura 9 – Identificação de ravinas na infraestrutura do pavimento na Rua 22 do Setor Jardim Tocantins, Gurupi-TO.

Focos de voçorocas também foram observados nas proximidades da Rua 14, conforme ilustrado na Figura 10. Neste caso, o processo erosivo já impacta diretamente a estrutura de uma residência.



Figura 10 - Identificação de Voçorocas no Setor Jardim Tocantins, Gurupi-TO.

No Setor Aeroporto II, foram encontradas ravinas prejudicando a infraestrutura da Rua 19, como mostra a Figura 11. Por se tratar de uma rua não pavimentada, a situação é ainda mais crítica. A Figura 12 mostra um trecho da rua, onde os danos erosivos foram reparados de forma improvisada, mas o risco de agravamento persiste. Nesse caso, a ausência de sarjetas nas laterais também favorece o escoamento superficial de maneira turbulenta no leito da pista, ocasionando as erosões.



Figura 11 - Identificação de Ravinas nas Rua 19 do Setor Aeroporto II, Gurupi-TO.



Figura 12 - Trecho da Rua 19 com indícios de processos erosivos reparados de forma improvisada, Gurupi-TO.

No caso do Setor Parque Nova Fronteira foi identificada a formação de uma voçoroca ocasionada pela má instalação de um bueiro do tipo grota conforme ilustra a Figura 13. Nesse caso, faz-se necessário a implementação de um dispostivo dissipador de energia na saída do bueiro, podendo ser um material de granulação grosseira do tipo rip-rap, conforme Tomaz (2011). Outra alternativa seria concretar a boca (saída) e a base da “sarjeta” que sucede o bueiro.



Figura 13 - Voçoroca causada pela má instalação de dispositivos de drenagem.

Além dessas áreas afetadas, também foram detectadas zonas com potencial erosivo, como evidenciado na Figura 14. Nessas regiões, há acúmulo de materiais, sugerindo que são pontos de coleta de fluxo de águas pluviais. Sem intervenções para reduzir a intensidade do escoamento superficial, essas áreas podem evoluir para ravinas e voçorocas. A pouca presença de moradores nessas áreas,

especialmente em regiões afastadas do centro urbano, pode gerar negligência com a manutenção e controle da erosão. Quando as voçorocas se formam, elas podem se tornar locais de acúmulo de lixo, contribuindo para a proliferação de doenças e impactos ambientais, conforme apontado por Ercoli *et al*. (2020).



Figura 14 - Áreas de potencial erosão no Setor Parque Residencial, Gurupi-TO.

A Figura 15 resume as localizações dos processos erosivos identificados e suas respectivas áreas no mapa urbano de Gurupi.

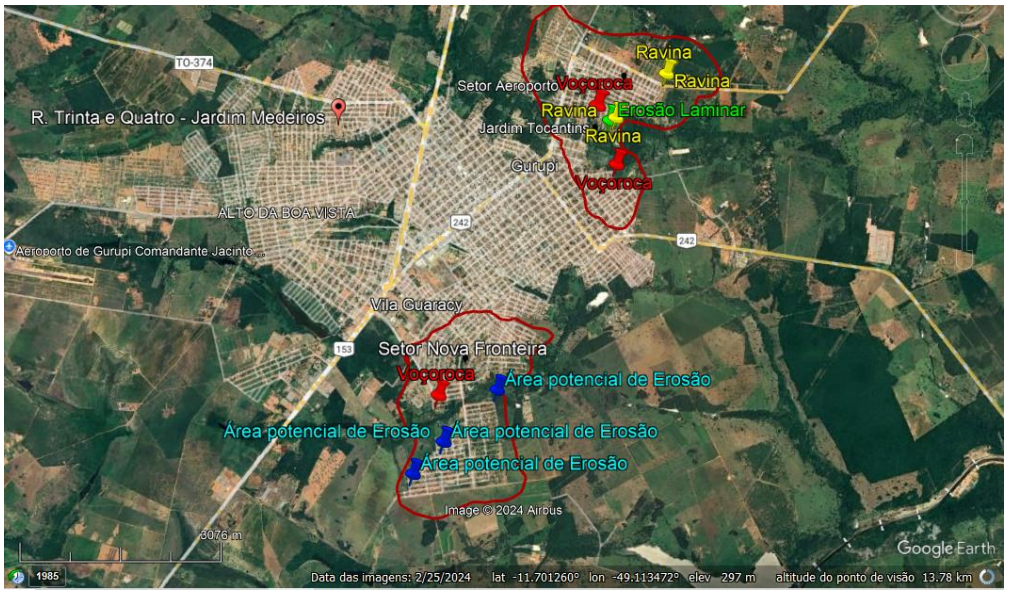

Figura 15 - Localização dos locais visitados e dos processos erosivos encontrados. Fonte: Adaptado do mapa Google Earth Pro.

Ao comparar o mapa dos processos erosivos (Figura 15) com o mapa topográfico do município (Figura 16), observa-se que as áreas afetadas estão

localizadas nas regiões mais baixas da zona urbana, indicando que são pontos potenciais de acúmulo de águas pluviais. Nessas áreas, o fluxo superficial já possui energia suficiente para desencadear processos erosivos. Contudo, para confirmar essa observação, seria necessária uma análise detalhada dos dispositivos de drenagem da cidade, além de um modelo de drenagem que considere as áreas de contribuição e os fatores de cobertura do solo.

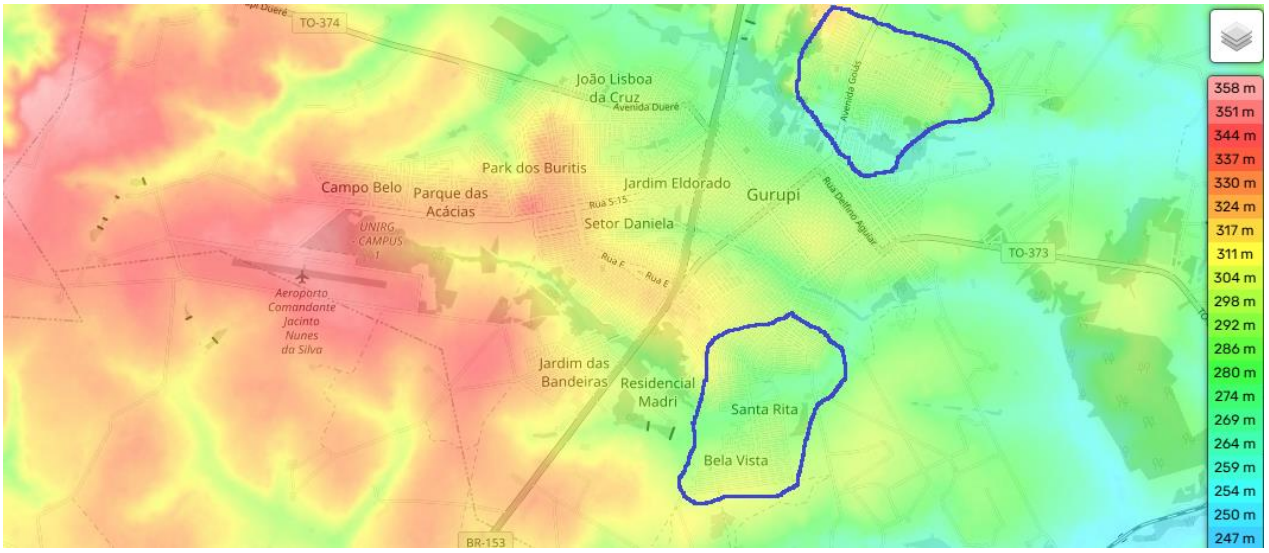

Figura 16 – Mapa Topográfico do município de Gurupi com a indicação em círculo azul dos setores visitados. Fonte: Adaptado de Topographic-map.

A análise dos processos erosivos observados em Gurupi-TO está intimamente ligada às características pedológicas, ao tipo de solo e ao relevo da área. O município é predominantemente coberto por *Latossolos Vermelho-Amarelos*, solos bem drenados e profundos que, em condições normais, favorecem a infiltração da água da chuva. No entanto, em áreas com declividade mais acentuada e onde a drenagem não é adequadamente implementada, como observado no Setor Jardim Tocantins e no Setor Aeroporto II, o escoamento superficial tende a ser mais intenso, o que potencializa os processos erosivos.

5. Conclusão

Através da aplicação da metodologia de campo, que incluiu a análise da pedologia, geologia e a realização de inspeções visuais, foi possível identificar a presença de ravinas, voçorocas e áreas com potencial erosivo em diferentes setores da cidade, como no Setor Jardim Tocantins, Setor Aeroporto II e Setor Parque Nova

Fronteira.

Os resultados evidenciam que a combinação de fatores como o uso inadequado do solo, a ausência de sistemas eficientes de drenagem e a cobertura vegetal comprometida contribuem para a intensificação dos processos erosivos. A falta de drenagem adequada e a má instalação de dispositivos de controle, como bueiros, foram identificadas como as principais causas do agravamento desses problemas. A presença de voçorocas e ravinas em áreas urbanas comprometendo a infraestrutura, como pavimentação e habitações, evidencia a necessidade de ações corretivas e preventivas.

Além disso, o estudo destaca a importância do mapeamento e monitoramento contínuo das áreas vulneráveis à erosão, como forma de embasar o planejamento urbano e as políticas públicas de gestão ambiental. A implementação de um modelo de drenagem eficiente e a recuperação de áreas degradadas são fundamentais para mitigar os impactos da erosão, melhorar a qualidade ambiental e prevenir danos à infraestrutura e à saúde pública.

Portanto, este estudo destaca a importância de ações práticas para mitigar os processos erosivos nas áreas urbanas de Gurupi, que ainda são incipientes em sua maioria. A gestão eficaz da erosão requer, além de medidas de controle direto, o planejamento urbano que considere a preservação ambiental, a implementação adequada de infraestrutura de drenagem e a conscientização da população sobre os impactos ambientais. Tais ações são essenciais para reduzir os efeitos das do crescimento desordenado, promovendo maior sustentabilidade e proteção das áreas urbanas da cidade.

Referências

Agência Nacional de Águas (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: regiões hidrográficas brasileiras** – Edição Especial. -- Brasília: ANA, 2015.

Aksoy, H.; Kavvas, M.L. A review of hillslope and watershed scale erosion and sediment transport models. **Catena,** 64(2-3), 247-271, 2005. doi:10.1016/j.catena.2005.08.008

Araújo, Y. S.; Silva, W. G. da; Silva, W. C. T. da; Vasconcelos, M. M. R. (2020). Verificação dos impactos recorrentes no Córrego Mutuca, trecho exclusivo em Gurupi-TO. ***Revista Científica Multidisciplinar Núcleo Do Conhecimento***, 05–

20, 2020. https://doi.org/10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/impactos-recorrentes

Camapum de Carvalho, J. C.; Sales, M. M.; Mortari, D.; Fácio, J. A.; Motta, N. O.; Francisco, R. A. Capítulo 2: Processos Erosivos. In: CARVALHO, J. C.; SALES, M. M.; SOUZA, N. M.; MELO, M. T. S. (Org.). Processos erosivos no centrooeste brasileiro. Brasília: Editora FINATEC, 2006, p 39-91.

Cartilha erosão / José Camapum de Carvalho e Noris Costa Diniz editores.- Brasília: Universidade de Brasília: **FINATEC**, 2007. 34p. : il. 3º edição.

Coulon, F.; Jones, K.; Li, H.; Hu, Q.; Gao, J.; Li, F. China's soil and groundwater management challenges: lessons from the UK's experience and opportunities for China. **Environ**. Int. 91, 196–200, 2016. doi: 10.1016/j.envint.2016. 02.023

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Agência de informação tecnológica temática de solos tropicais**. 2019. Disponível em <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/sibcs/chave-do-sibcs/plintossolos> Acesso em: 10 nov. 2024.

Ercoli, R. F.; Matias, V. R. da S.; Zago, V. C. P. Urban Expansion and Erosion Processes in an Area of Environmental Protection in Nova Lima, Minas Gerais State, Brazil. ***Frontiers in Environmental Science***, *8*, 2020. https://doi.org/10.3389/fenvs.2020.00052

Ferreira, C. S.; Walsh, R. P.; Ferreira, A. J. D. Degradation in urban areas. Curr. Opin. **Environ**. Sci. Health 5, 19–25, 2018. doi: 10.1016/j.coesh.2018.04. 001

Ferreira, R. Q. S.; Batista, E. M. C.; Souza, P. A.; Souza, P. B.; Santos, A. F. Diagnóstico ambiental do córrego Mutuca, Gurupi - TO. ***Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável***, *10*(4), 08, 2015. https://doi.org/10.18378/rvads.v10i4.3146

GeoInfo. Mapa de Vulnerabilidade à Erosão. Infraestrutura de dados espaciais da EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em <https://geoinfo.dados.embrapa.br/datasets/vulnerabilidade_2019_bra:geonode:vulnerabilidade_2019_bra/metadata_detail > Acesso em: 12 nov. 2024.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades e Estados**.** Brasília, DF: IBGE, 2022. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/to/gurupi.html > Acesso em: 02 nov. 2024.

KLINK C. A.; MACHADO R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Brasília: Megadiversidade**, 320 p., 2005.

Morgan, R.P.C. **Soil erosion and conservation.** (2nd Edition). England: Longman, 1995.

Pimentel, D.; Harvey, C.; Resosudarmo, P.; Sinclair, K. ***Environmental and Economic Costs of Soil Erosion and Conservation Benefits***. Science, 320(5877), 585-591, 1995.

Sales, M. M.; Camapum de Carvalho, J.; Mascarenha, M. M. A.; Luz, P. M.; Souza, N. M.; Angelim, R. R. **Erosão em Borda de Reservatório**. 1ª Edição, Série GECON. Goiânia: Escola de Engenharia Civil e Ambiental Universidade Federal de Goiás, 2017. Volume 3. p 171-194.

SANTOS DE JESUS, A.; CAMAPUM DE CARVALHO, J. PROCESSOS EROSIVOS EM ÁREA URBANA E AS IMPLICAÇÕES NA QUALIDADE DE VIDA. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 37, n. 1, p. 1–17, 2017. DOI: 10.5216/bgg.v37i1.46239. Disponível em: https://revistas.ufg.br/bgg/article/view/46239. Acesso em: 27 out. 2024.

Shikangalah, R. N.; Jeltsch, F.; Blaum, N.; Mueller, E. N. A review on urban soil water erosion. ***Journal for Studies in Humanities and Social Sciences***, *5*(1), 163–178, 2016.

Tomaz, P. Curso de Manejo de águas pluviais Capítulo 19 - Riprap Engenheiro Plínio Tomaz pliniotomaz@uol.com.br 11/março/2011.

Topographic Map. Mapa topográfico de Gurupi-TO. Disponível em < https://pt-br.topographic-map.com/map-ln29m/Gurupi/ >. Acesso em: 14 nov. 2024.

United Nations. (2012). World urbanization prospects: **The 2011 revision**. Presentation at the Center for Strategic and Urbanization.

Weikmann, A. M.; Hodges, C.; Dymond, R. (2020). Urban Erosion Potential Risk Mapping with GIS. ***Environment and Natural Resources Research***, *10*(1), 28, 2020. https://doi.org/10.5539/enrr.v10n1p28

Yao, Y. (2018). “Study on the influence of human activities on loess landslide,” in Proceedings of the 2017 **3rd International Forum on Energy, Environment Science and Materials (IFEESM 2017**), ed. Z. Y. Jiang (Paris: Atlantis Press), doi: 10.2991/ifeesm-17.2018.12