



MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO EM ESCALA DE DETALHE PELO MÉTODO DO ANAGLIFO: O ESTUDO DOS ALAGAMENTOS NA ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE ITUIUTABA/MG¹

Leda Correia Pedro Miyazaki ²
Valéria Lima ³

RESUMO

Em países tropicais como o Brasil, desastres naturais têm impactado o ambiente, destacando-se os decorrentes de precipitações intensas, como inundações e alagamentos. Tais processos podem ocasionar uma variedade de impactos no ambiente urbano, principalmente quando se ocupam áreas não apropriadas, como as margens dos córregos. Uma das primeiras intervenções ao se ocupar o relevo referem-se a retirada da cobertura vegetal seguida pela terraplanagem do terreno, para que o lote fique limpo e plano, quando há presença de vertentes íngremes os terrenos são retificados. A dinâmica de ocupação do relevo é influenciada pelos interesses dos agentes de produção do espaço urbano, que não tem considerado a dinâmica dos processos naturais. Isso tem resultado em problemas decorrentes de inundações e alagamentos que podem ser observados em Ituiutaba/MG. O objetivo deste trabalho foi identificar os principais pontos vulneráveis a ocorrência de inundações e alagamentos no Córrego São José, localizado em Ituiutaba/MG. Para isso foram adotados os seguintes procedimentos metodológicos: a) revisão bibliográfica; b) elaboração da carta temáticas; c) discussão e análise das formas de ocupação dos cursos d'água no sítio urbano. Diante disso, foi possível identificar que a forma de ocupação dos compartimentos geomorfológicos, desencadeou uma série de problemas, gerando inundações intensas e alagamentos, principalmente, nos fundos de vale e a formação de enxurradas ao longo das vertentes. Dentre os impactos identificados destacam-se 5 pontos de alagamento no córrego São José, cujas ruas foram parcialmente ou totalmente destruídas e com acúmulo de resíduos nas bocas de lobo, além disso, alguns imóveis foram destruídos com a entrada da enxurrada. Vale ressaltar que o mapeamento dos compartimentos geomorfológicos é um produto cartográfico fundamental para subsidiar o planejamento ambiental, uma vez que especializa as formas do relevo e facilita sua caracterização. O mapeamento indicou que as áreas mais adequadas para ocupação são topos amplos.

Palavras-Chave: Mapeamento, Compartimentos Geomorfológicos, Inundações, Alagamentos.

¹ Este trabalho faz parte dos resultados parciais da pesquisa vinculada ao estágio Pós-Doutoral realizado no Programa de Pós-Graduação em Geografia (PGE) da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

² Atualmente é estagiária de Pós-Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PGE) da Universidade Estadual de Maringá (UEM) e Docente do Curso de Graduação em Geografia do Instituto de Ciências Humanas do Pontal (ICHPO) e do Programa de Pós Graduação em Geografia do Pontal (PPGEP) da Universidade Federal de Uberlândia- UFU, lecpgeo@gmail.com ou lecpgeo@ufu.br ;

³ Supervisora do Estágio de Pós-Doutorado, vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (PGE) da Universidade Estadual de Maringá (UEM) e Docente do Curso de Graduação em Geografia do Departamento de Geografia (DGE) e do Programa de Pós Graduação em Geografia (PGE) da Universidade Estadual de Maringá- UEM, vlima@uem.br ;



INTRODUÇÃO

Em países tropicais, como o caso do Brasil, a ocorrência de períodos chuvosos intensos e constantes favorecem a manifestação de desastres naturais associados à dinâmica de precipitação. Esses eventos têm impactado o ambiente, afetando, sobretudo, populações residentes em compartimentos geomorfológicos mais suscetíveis, como áreas de fundo de vale como as planícies aluviais, que frequentemente são atingidas por episódios de enchentes, inundações e alagamentos.

Os cursos d'água compreendem os corpos d'água naturais que são correntes, apresentando vazão contínua ou periódica e resultante da concentração do lençol água em um vale (GUERRA; GUERRA, 2006), apresentam uma dinâmica hidrológica própria e desenvolvem um papel importante na esculturação do relevo. Essa dinâmica própria é caracterizada pela variabilidade do regime de escoamento, podendo, em situações de elevada pluviosidade, ultrapassar os limites do leito menor e ocupar o leito maior, provocando alterações na morfologia fluvial e afetando os sistemas urbanos e naturais do seu entorno.

O fenômeno das enchentes é também chamado de cheias e podem ser compreendidas como a “elevação do nível d'água do rio, devido ao aumento da vazão, atingindo a cota máxima do canal, porém, sem extravasar” (AMARAL; GUTJAHR, 2015, p. 38). Configura-se como um dos eventos naturais mais frequentes nas áreas tropicais. Quando ocorrem o extravasamento, as enchentes passam a ser denominadas de inundações, podendo atingir áreas ocupadas por residências nas margens dos cursos d'água, consequentemente, podem assumir a forma de desastres naturais de significativa magnitude (AMARAL; GUTJAHR, 2015, p. 38)

Tais processos podem ocasionar uma variedade de impactos no ambiente urbano, principalmente quando se ocupam áreas não apropriadas, como as margens dos córregos, e/ou quando não se consideram a morfodinâmica do local.

Uma das primeiras intervenções ao se ocupar o relevo referem-se a retirada da cobertura vegetal seguida pela terraplanagem do terreno, para que o lote fique limpo e plano, quando há presença de vertentes íngremes os terrenos são retificados, em muitos casos, essas práticas ocorrem por meio de corte de um talude e a construção de um aterro. O que resulta na impermeabilização e retificação dos topos, das vertentes e dos fundos de vale.



Com a alteração provocada pelo processo de ocupação do relevo na área urbana vinculada ao crescimento das cidades desordenada (SUERTAGARAY, NUNES, 2001), que ocupam áreas morfológicamente inadequadas e práticas que não respeitam as dinâmicas dos processos naturais é que fenômenos como os alagamentos se manifestam os alagamentos.

Conforme definição apresentada pelo Ministério das Cidades e Instituto de Pesquisa Tecnológicas (2007) os alagamentos são águas acumuladas momentaneamente em uma determinada área e ocorrem devido a problemas no sistema de drenagem urbano, podendo estar relacionada com processos de natureza fluvial.

A dinâmica de ocupação do relevo é influenciada pelos interesses dos agentes de produção do espaço urbano, que não tem considerado a dinâmica dos processos naturais. Isso têm resultado em problemas decorrentes de inundações e alagamentos que podem ser observados em Ituiutaba/MG.

Os moradores tem enfrentado episódios de alagamentos em determinados pontos, o que afeta o seu cotidiano. Os alagamentos podem ser entendidos como os acúmulos momentâneos das águas pluviais em uma área, sendo decorrente de problemas no sistema de drenagem urbana, podendo ter ou não relação com processos de natureza fluvial.

Essa situação se agrava em decorrência do crescimento desordenado das cidades, que ocupam morfológicamente áreas inadequadas, além de práticas que desconsideram as dinâmicas naturais dos processos morfodinâmicos e podem influenciar na manifestação dos alagamentos.

Segundo Pedro e Nunes (2012) as enchentes e inundações são intensificadas pela intervenção do ser humano ao se ocupar uma determinada área, as atividades promovidas como a impermeabilização da superfície e a ocupação da planície de inundação aumentam o escoamento superficial, direcionando este fluxo de água para os cursos d'água acelerando o processo de enchente e inundação, o que pode levar a ocorrências de alagamentos devido a deficiência do sistema de drenagem urbano.

O problema das inundações e alagamentos nas áreas urbanas não são fáceis de se resolver, necessita de um estudo técnico-científico para entender a dinâmica de formação desses fenômenos e a Geomorfologia tem contribuído bastante por meio da cartografia geomorfológica. Conforme Rodrigues e Brito (2000, p. 1) os “mapas geomorfológicos de detalhe apresentam a possibilidade de mostrar as formas de relevo mais próximas à percepção visual humana em função de sua escala de generalização e representação”. Isso



possibilita uma representação espacial de morfologias que são mais visíveis para o mapeador, como colinas, relevos tabulares de pequenas extensões, morros, planícies aluviais, entre outras formas de relevo, sendo possível ainda utilizar uma representação que nos dê uma ideia de dimensão e posicionamento do relevo (RODRIGUES, BRITO, 2000). Para Augustin et. al. (2011), a cartografia geomorfológica espacializa feições, aspectos do relevo, evidenciando as formas e dos processos.

Conforme Casseti (2005), a cartografia geomorfológica tem um papel importante para espacializar os fatos geomorfológicos envolvendo a gênese das formas do relevo e relações com as estruturas e processos, além da própria dinâmica dos processos. Autores como Nunes (2002), Nunes, Freire e Perez (2006), Nunes e Fushimi (2010) e Nunes et al (2012), dizem que o mapa geomorfológico contribui para os estudos de diagnóstico e prognósticos tanto de áreas urbanas quanto de rurais.

Segundo Paranaíba e Pedro Miyazaki (2023) atualmente existem diferentes métodos e técnicas que podem ser utilizados para a realização de um mapeamento geomorfológico, a escolha deve respeitar a melhor representação da área de interesse do mapeador e que possa atender seus objetivos. Assim, o método do anáglifo acompanhado da estereoscopia digital e da fotointerpretação cooperam eficazmente para o estudo do relevo e sua representação espacial.

O anáglifo versa na aquisição da tridimensionalidade de um determinado objeto por meio da atribuição de falsas cores as imagens salvas de perspectivas diferentes (FITZ 2008). Por meio dela é possível a percepção visual em três dimensões, bastando utilizar a fotointerpretação para realizar um mapeamento. Essas são consideradas técnicas importantes para a espacialização dos compartimentos geomorfológicos e atualmente são utilizadas na cartografia geomorfológica digital (PARANAIBA, PEDRO MIYAZAKI, 2023). A partir da espacialização dos compartimentos geomorfológicos e com o auxílio da interpretação de imagens e trabalhos de campo o pesquisador poderá compreender melhor o comportamento da topografia, das morfologias do relevo, as alterações ocorridas devido ao processo de ocupação e dinâmica de infiltração e escoamento das águas pluviais e a ocorrência de inundações e a manifestação dos alagamentos, que nesta pesquisa é focada na área urbana.

Dessa maneira, o **objetivo** deste trabalho foi identificar os principais pontos vulneráveis a ocorrência de inundações e alagamentos no Córrego São José, localizado em Ituiutaba/MG.



METODOLOGIA (OU MATERIAIS E MÉTODOS)

Para o desenvolvimento da pesquisa algumas etapas foram adotadas contemplando primeiramente a pesquisa e revisão bibliográfica sobre a questão dos desastres naturais vinculados a precipitação, no qual destaca-se as enchentes, inundações e alagamentos, bem como a temática da cartografia digital e áreas vulneráveis a ocorrência desses fenômenos.

A segunda etapa envolveu a elaboração de cartas temáticas na escala de detalhe, valorizando os aspectos do relevo na área urbana do município de Ituiutaba/MG. Os compartimentos geomorfológicos foram mapeados a partir do método do anáglifo e a interpretação de imagens de satélite. O mapeamento dos compartimentos geomorfológicos iniciou-se com a captura de duas imagens da área de interesse obtidas em diferentes pontos de visão, no qual utilizou-se o Google Earth Pro, antes da captura foi realizada uma configuração no programa que permitisse obter imagens estereoscópicas. Em seguida, as imagens capturadas foram trabalhadas no programa StereoPhoto Maker, cada uma das imagens recebeu cores falsas (vermelha e azul) e posteriormente, para em seguida passar por um processo de fusão o que gerou uma imagem anáglifo, conforme metodologia de Pedro Miyazaki (2017) e Pedro Miyazaki, Venceslau (2019). Com a utilização dos óculos 3D com lentes azul e vermelho, o anáglifo foi georreferenciamento no programa QGIS (versão 3.16). A etapa seguinte envolveu a utilização de interpretação da imagem (anáglifo), utilizando as chaves de interpretação, tais como forma, tonalidade, padrão, rugosidade conforme Marchetti e Garcia (1989). Assim foi possível delimitar os compartimentos do relevo do domínio dos topos, das vertentes e dos fundos de vale, identificar as feições geomorfológicas entre outras.

O trabalho de campo contemplou outra etapa importante, pois permitiu averiguar os dados e informações espaciais obtidos no trabalho de gabinete. Foi possível identificar os locais onde concentram temporariamente as águas pluviais, os alagamentos, registrar aspectos da paisagem urbana que contribuem para a manifestação das enchentes, inundações e alagamentos na área de estudo e como a forma de ocupação do relevo está influenciando e deixando determinados compartimentos geomorfológicos e ocupantes dessas áreas mais vulneráveis.

Devido ao relevo suavemente ondulado, a ocupação dos topos e vertentes intensificou-se progressivamente, acompanhada por um aumento da impermeabilização dos lotes. Paralelamente, muitas ruas e avenidas foram implantadas de forma linear, com



sistemas de drenagem pluvial precários e tecnicamente insuficientes. Essa configuração favoreceu a ocorrência de inundações recorrentes e alagamentos, sobretudo nos compartimentos geomorfológicos situados em fundos de vale, além da intensificação de enxurradas ao longo das vertentes.

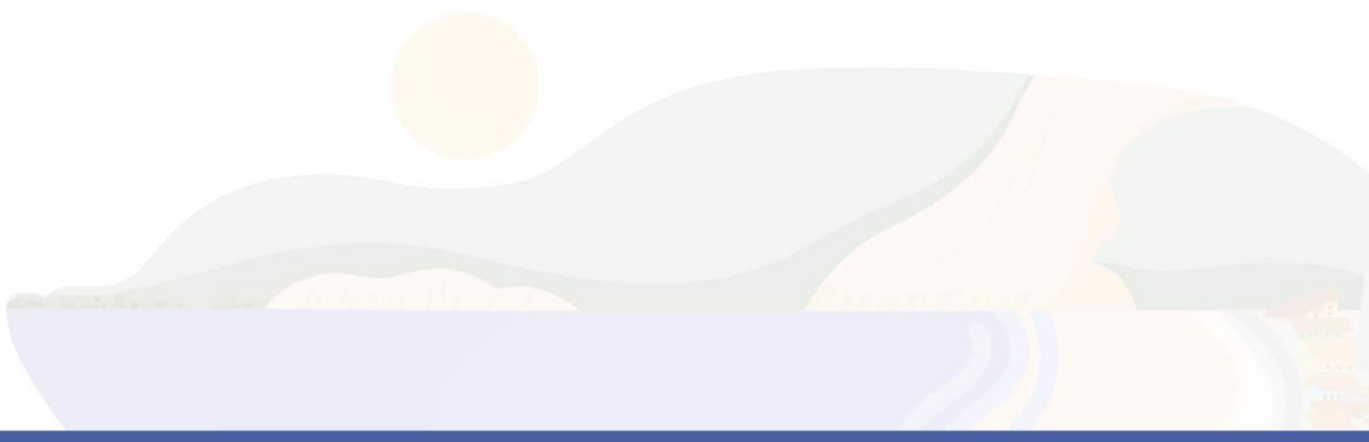
Dentre os impactos identificados destacam-se sete pontos de alagamento ao longo do córrego São José e 4 pontos de alagamento no baixo curso do córrego Pirapitinga (Figura 02), que após a ocorrência desse fenômeno, as ruas ficaram totalmente destruídas, ocorreram acúmulo de resíduos nas bocas de lobo, imóveis foram destruídos com a entrada da enxurrada e conseqüentemente o acúmulo de água nos locais, entre outros.

Os alagamentos concentram-se, sobretudo, ao longo da Avenida José João Dib, construída sobre o leito do córrego São José, o qual sofreu um processo de urbanização em seu trecho correspondente ao fundo de vale. Atualmente, o córrego apresenta trechos com canalização aberta e outros com canalização fechada.

Durante eventos de precipitação intensa, associada a impermeabilização da superfície do relevo da área urbana, impede a infiltração das águas pluviais, promovendo o escoamento superficial concentrado (enxurradas) em vias públicas, que rapidamente direciona o fluxo para os compartimentos do relevo mais baixos, como os fundos de vale.

Esse processo intensifica a ocorrência de enchentes, elevando consideravelmente o volume de água nos canais fluviais. Quando esse volume ultrapassa a capacidade do leito menor, ocorre o extravasamento, resultando na inundação das áreas adjacentes, o leito maior.

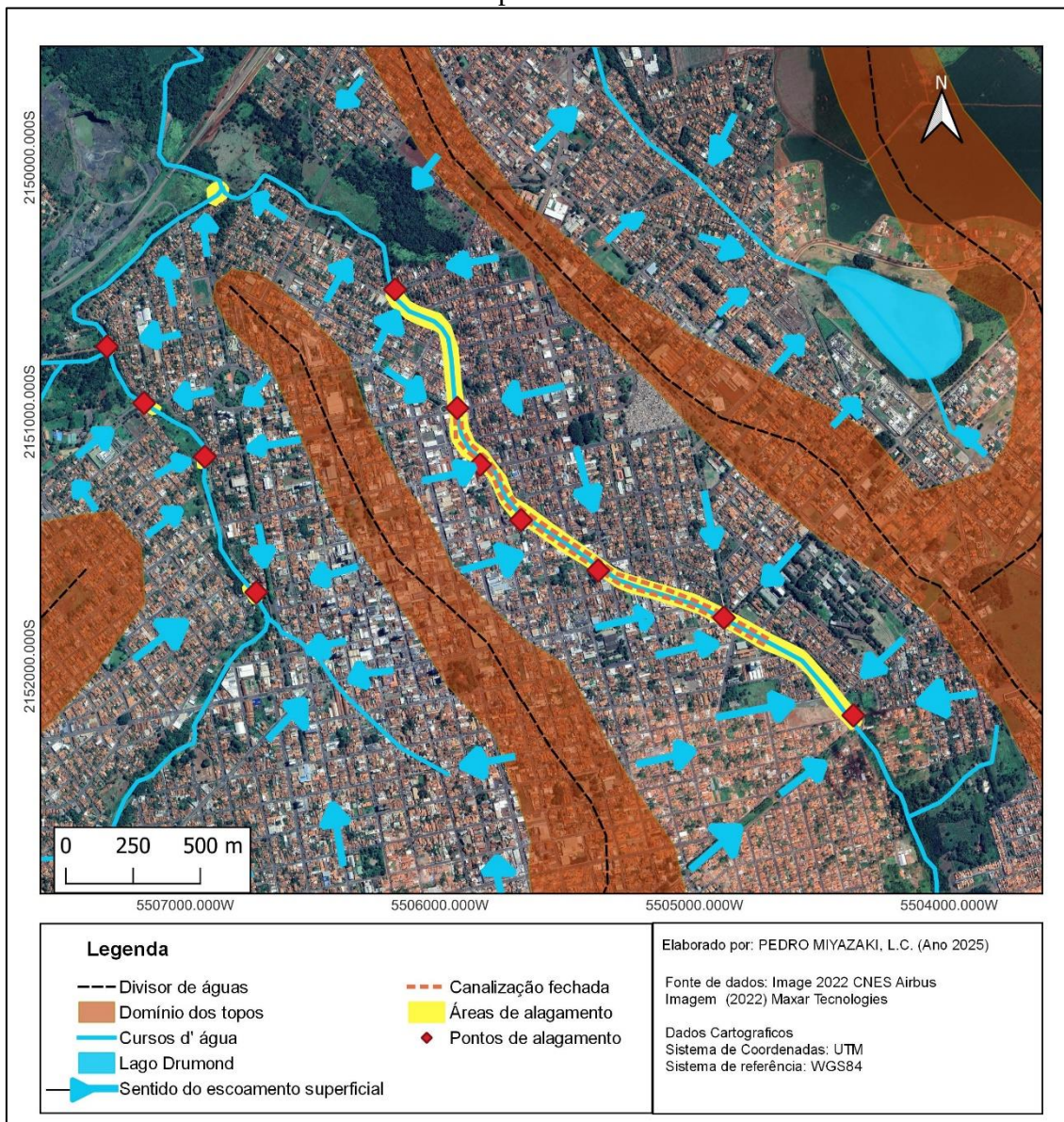
Outro problema recorrente refere-se às áreas sujeitas a alagamentos, especialmente quando o processo de inundação se instala no leito maior, que foi bastante modificado em função da urbanização e da construção das vias que compõem a avenida. A ineficiência do sistema de drenagem pluvial urbano agrava essa situação, resultando na acumulação das águas no fundo de vale e caracterizando a formação de alagamentos nesses compartimentos geomorfológicos.





15º SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA

Figura 02. Principais áreas de alagamentos na cidade de Ituiutaba-MG e sentido do escoamento superficial concentrado



CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mapeamento dos compartimentos geomorfológicos revelou-se um instrumento cartográfico essencial para o planejamento ambiental, ao permitir a espacialização e caracterização detalhada das formas do relevo e a sua relação com a dinâmica do escoamento superficial em uma área urbana. Essa abordagem proporciona subsídios fundamentais para a compreensão da dinâmica do escoamento superficial, identificando as áreas de maior concentração das águas pluviais e, consequentemente, os setores mais vulneráveis a processos hidrológicos extremos.



Os resultados indicam que os topos amplos das colinas, representam as áreas mais adequadas à ocupação urbana, ao passo que os fundos de vale devem ser preservados, evitando-se sua impermeabilização. No entanto, a ocupação que tem ocorrido, aliada à esculturação acentuada do relevo e à pavimentação excessiva, tem comprometido significativamente a capacidade de infiltração das águas pluviais. Tal cenário favorece a intensificação de alagamentos e inundações, frequentemente agravados por sistemas de drenagem ineficientes e pela ausência de políticas públicas que considerem a dinâmica dos processos naturais.

A negligência por parte dos gestores públicos quanto à integração entre ocupação urbana e processos geomorfológicos naturais tem contribuído para a amplificação dos impactos hidrometeorológicos, demonstrando a urgência de incorporar o conhecimento geomorfológico nas práticas de ordenamento territorial e gestão ambiental urbana.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Programa de Pós- Graduação em Geografia – PGE/UEM e ao apoio do Curso de Graduação em Geografia e do Programa de Pós-Graduação em Geografia vinculados ao Instituto de Ciências Humanas do Pontal – ICHPO/UFU, pela oportunidade de realizar o estágio Pós-Doutoral.

REFERÊNCIAS

- AUGUSTIN C.H.R.R. et al. Mapeamento geomorfológico da Serra do Espinhaço Meridional: primeira aproximação. **Geonomos**, 19(2), 50-69, 2011. Disponível: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/revistageonomos/article/view/11761> Acesso: 01/07/25
- AMARAL, R. Do; GUTJAHR, M. R. **Desastres Naturais**, 3ªedição. São Paulo: IG/SMA, 2015, 100 p.
- CASSETI, V. **Geomorfologia**. 2005.
- GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. 5ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006;
- MINISTÉRIO DAS CIDADES/INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT – **Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios**. Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007



- NUNES, J. O. R. Uma contribuição metodológica ao estudo da dinâmica da paisagem aplicada a escolha de áreas para construção de aterro sanitário em Presidente Prudente. Presidente Prudente, 2002. 211 p. Tese (Doutorado em Geografia com ênfase em Desenvolvimento Regional e Planejamento Ambiental) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2002;
- NUNES, J.O.R., FREIRE, R. PERES, I. U. Mapa geomorfológico do perímetro urbano da cidade de Presidente Prudente. In: VI SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA E REGIONAL CONFERENCE ON GEOMORPHOLOGY, 6, 2006, Goiânia, Anais... 2006. CD-ROM.
- NUNES, et al. Elaboração de mapeamento geomorfológico utilizando técnicas de estereoscopia digital. In: IX SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 9, 2012, Rio de Janeiro, Anais...Rio de Janeiro, 2012. CDROM;
- PARANAÍBA, L. C.; MIYAZAKI, L. C. Aplicação do método do anáglifo e a fotointerpretação na elaboração do mapeamento geomorfológico do município de Ituiutaba-MG para fins de planejamento ambiental. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 14., 2023, Corumbá. *Anais eletrônicos...* Corumbá: UEMS, 2023. Disponível em: <https://www.sinageo.org.br/2023/trabalhos/10/155-145.html>. Acesso em: 3 jul. 2025.
- PEDRO, L. C.; NUNES, J. O. R. A relação entre processos morfodinâmicos e os desastres naturais: uma leitura das áreas vulneráveis a inundações e alagamentos em Presidente Prudente-SP. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, n34, v.2, p.81-96, agosto/dezembro 2012; Disponível: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/issue/view/169> Acesso: 28/06/25
- RODRIGUES, S. C.; BRITO J. L. S. Mapeamento Geomorfológico de detalhe – uma proposta de associação entre o mapeamento tradicional e as novas técnicas em geoprocessamento. **Caminhos de Geografia** 1 (1) 1-6, set, 2000; Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15243> Acesso: 01/07/2025
- SUERTEGARAY, D. M. A.; NUNES, J. O. R. A natureza da Geografia Física na Geografia. **Revista Terra Livre**, n. 17, 2º semestre/2001. São Paulo, Associação dos Geógrafos Brasileiros. Disponível: <https://publicacoes.agb.org.br/index.php/terralivre/article/view/337> Acesso: 01/07/2025