

Alterações
antropogeomorfológicas
na bacia hidrográfica
Córrego Lajeado,
Campo Grande – MS

Viviane Capoane

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul.
Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

E-mail: capoane@gmail.com

 0000-0002-6672-1279

Melina Fushimi

Universidade Estadual Paulista,
Instituto de Geociências e Ciências Exatas.
Rio Claro, São Paulo, Brasil.

E-mail: fushimi.melina@gmail.com

 0000-0002-3682-4701

e-196393

Como citar esse artigo:

CAPOANE, V.; FUSHIMI, M. Alterações antropogeomorfológicas na bacia hidrográfica Córrego Lajeado, Campo Grande – MS. **Geosp**, v. 27, n. 2, e-196393, maio/ago. 2023. ISSN 2179-0892. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/geosp/article/view/196393>. doi: <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geosp.2023.196393.pt>.



Este artigo está licenciado sob a Creative Commons Attribution 4.0 License.

revista

Geo 
USP
espaço e tempo

Volume 27 • n° 2 (2023)

ISSN 2179-0892

Alterações antropogeomorfológicas na bacia hidrográfica Córrego Lajeado, Campo Grande – MS

Resumo

A urbanização na bacia hidrográfica do Córrego Lajeado foi rápida e sem planejamento, o que desencadeou e/ou agravou impactos socioeconômicos e ambientais. Com o objetivo de gerar informações técnico-científicas para subsidiar o planejamento territorial e ambiental, este estudo realizou uma análise do relevo e do uso e cobertura da terra nessa bacia hidrográfica. Os atributos topográficos foram derivados de um Modelo Digital de Elevação (MDE) com resolução de 5 metros usando os *softwares* ArcMap e SAGA GIS. Os dados de uso e cobertura da terra para 1985 e 2021 foram obtidos da Rede MapBiomass. Índices radiométricos de vegetação foram derivados de imagens Sentinel-2 para o ano de 2021 usando o *software* SNAP. Os resultados obtidos mostram que a urbanização acelerou os processos morfodinâmicos, levando à criação de relevo antropogênico. Apesar de 50% da área da bacia estar localizada em uma Unidade de Conservação, que fornece 16% da água para a cidade de Campo Grande, a área está altamente degradada.

Palavras-chave: transformação espacial, urbanização, impactos ambientais, relevo antropogênico.

Anthropogeomorphic changes in the Lajeado watershed, Campo Grande – MS

Abstract

The urbanization in the Lajeado watershed was rapid and unplanned, which triggered and/or exacerbated socio-economic and environmental impacts. In order to generate technical-scientific information to support territorial and environmental planning, this study conducted an analysis of the terrain and land use and land cover in this watershed. The topographic attributes were derived from a 5-meter resolution Digital Elevation Model (DEM) using ArcMap and SAGA GIS software. The land use and land cover data for 1985 and 2021 were obtained from the MapBiomass Network. Radiometric vegetation indices were derived from Sentinel-2 imagery for

the year 2021 using SNAP software. The obtained results show that urbanization has accelerated morphodynamic processes, leading to the creation of anthropogenic relief. Despite 50% of the watershed area being located within a Conservation Unit, which supplies 16% of the water to the city of Campo Grande, the area is highly degraded.

Keywords: spatial transformation, urbanization, environmental degradation, anthropogenic relief.

Cambios antropogeomorfológicos en la cuenca hidrográfica de Córrego Lajeado, Campo Grande – MS

Resumen

La urbanización en la cuenca hidrográfica de Córrego Lajeado fue rápida y sin planificación, lo que desencadenó y/o agravó los impactos socioeconómicos y ambientales. Con el objetivo de generar información técnico-científica que respalde la planificación territorial y ambiental, este estudio realizó un análisis del terreno y del uso y cobertura de la tierra en esta cuenca hidrográfica. Los atributos topográficos se derivaron de un Modelo Digital de Elevación (MDE) con una resolución espacial de 5 metros utilizando los softwares ArcMap y SAGA GIS. Los datos de uso y cobertura de la tierra para 1985 y 2021 se obtuvieron de la Red MapBiomass. Los índices radiométricos de vegetación se derivaron de imágenes Sentinel-2 para el año 2021 utilizando el software SNAP. Los resultados obtenidos muestran que la urbanización ha acelerado los procesos morfodinámicos, lo que ha llevado a la creación de relieve antropogénico. A pesar de que el 50% del área de la cuenca se encuentra dentro de una Unidad de Conservación, de donde proviene el 16% del agua que abastece a la ciudad de Campo Grande, el área está altamente degradada.

Palabras-clave: transformación espacial, urbanización, degradación ambiental, relevo antropogénico.

Introdução

Na região Centro-Oeste do Brasil, a modernização da agricultura nos anos de 1970 e as migrações intensificaram a ocupação econômica, o que resultou em um processo de urbanização acelerado. As regiões de expansão da fronteira agrícola dirigidas pelo Estado (GODOY; BRAY, 2003) consistiam, principalmente, no cultivo de arroz de sequeiro (*Oryza sativa*) e pecuária extensiva de corte. Essas atividades foram gradativamente substituídas por pastagens plantadas e soja (*Glycine max*) (CUNHA, 2002). Como consequência da agricultura altamente mecanizada (Revolução Verde), voltada à produção de *commodities* para à exportação, houve uma forte liberação da mão-de-obra do campo.

Dentre as cidades sul-mato-grossenses, Campo Grande, capital do Estado, foi a que mais recebeu migrantes. Segundo Cunha (2002), na década de 1970, dos quase 156 mil imigrantes que mudaram ao menos uma vez de Município, 41,5% foram para Campo Grande, tendo esse percentual crescido para 42,5% na década de 1980, quando o volume de movimentos intra-estaduais também sofreu significativo aumento (176 mil). Segundo esse autor, Campo Grande concentrou a maior parte dos movimentos intraestaduais e acumulou os principais ganhos líquidos nessas trocas populacionais. De acordo com dados do último Censo Demográfico, 98,7% dos 786.797 habitantes do Município residiam no perímetro urbano (IBGE, 2010). Para 2021 (BRASIL, 2020), a estimativa populacional do IBGE foi de 916.001 habitantes e, considerando a dinâmica recente, esse aumento estará concentrado na área urbana.

A urbanização rápida e em grande escala leva a uma drástica mudança nos padrões da paisagem, que, por sua vez, influenciam na estrutura e função dos ecossistemas, desencadeando e/ou agravando os impactos socioeconômicos e ambientais. Dentre os impactos humanos nos processos ecológicos que afetam os serviços ecossistêmicos estão as mudanças na cobertura e no uso da terra, que resultam na redução da biodiversidade e resistência dos solos à erosão, enfraquecendo os serviços ecossistêmicos relacionados a conservação do solo e da água (WANG *et al.*, 2019).

A urbanização também se manifesta na construção de formas de relevo antropogênicas, que constituem um registro sedimentar direta ou indiretamente produzido pela atividade humana, resultantes do acúmulo, remoção ou movimentação de material geológico e, ainda, os solos propriamente ditos (PELOGGIA, 2019).

A impermeabilização do solo em ambientes urbanos também provoca impactos profundos no ciclo hidrossedimentológico, como, por exemplo: aumento do escoamento superficial, redução da evapotranspiração, redução da infiltração, rebaixamento do lençol freático, redução do escoamento subterrâneo, aumento na produção de sedimentos nas vertentes pela abertura da malha viária e terraplanagens para construção civil, aumento da produção de material sólido proveniente de limpeza de ruas e do armazenamento inadequado de resíduos pela população e aumento na erosão de margens em decorrência do menor tempo de concentração e aumento da vazão de cheia, que resultam na deterioração da qualidade das águas superficiais e subterrâneas (TUCCI, 1997; POLETO; LAURENTI, 2008).

No caso da cidade de Campo Grande, localizada no alto curso das bacias hidrográficas dos rios Anhanduí, Ribeirão das Botas e Ceroula – contexto hidrográfico de interflúvio das bacias hidrográficas dos Rios Paraná e Paraguai –, além dos impactos acima mencionados, há inúmeras obras de macrodrenagem, como barragens e bacias de contenção, que também impactam o ciclo hidrossedimentológico. Essas obras de engenharia rompem a sequência natural a montante, no reservatório e a jusante, afetando a hidrossedimentologia e ecologia fluvial (BALOQUE; CAPOANE, 2021).

A Bacia Hidrográfica do Córrego Lajeado (BHCL) é uma das áreas de Campo Grande que passou por significativas transformações nos padrões de cobertura e uso da terra, assim como na morfologia da superfície, devido à urbanização e expansão urbana decorrentes do crescimento populacional. Essa BH desempenha um papel fundamental para a cidade, sendo responsável por 16% do abastecimento público de água, de acordo com a Concessionária Águas Guariroba. Além disso, 50% do território da BHCL corresponde a uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável.

Diante da importância da BHCL para a cidade de Campo Grande, é necessário analisar as mudanças na cobertura e no uso da terra, bem como a expansão urbana e as alterações no padrão da paisagem. Essas informações são essenciais para embasar o planejamento, a gestão municipal e a formulação de políticas públicas. Assim, com o objetivo de fornecer subsídios técnico-científicos para o planejamento territorial e ambiental, este estudo visa realizar uma análise detalhada do terreno e da cobertura e uso da terra na bacia hidrográfica do Córrego Lajeado. A compreensão desses aspectos é crucial para aprimorar o planejamento urbano, monitorar a expansão urbana e promover a conservação ambiental.

Material e métodos

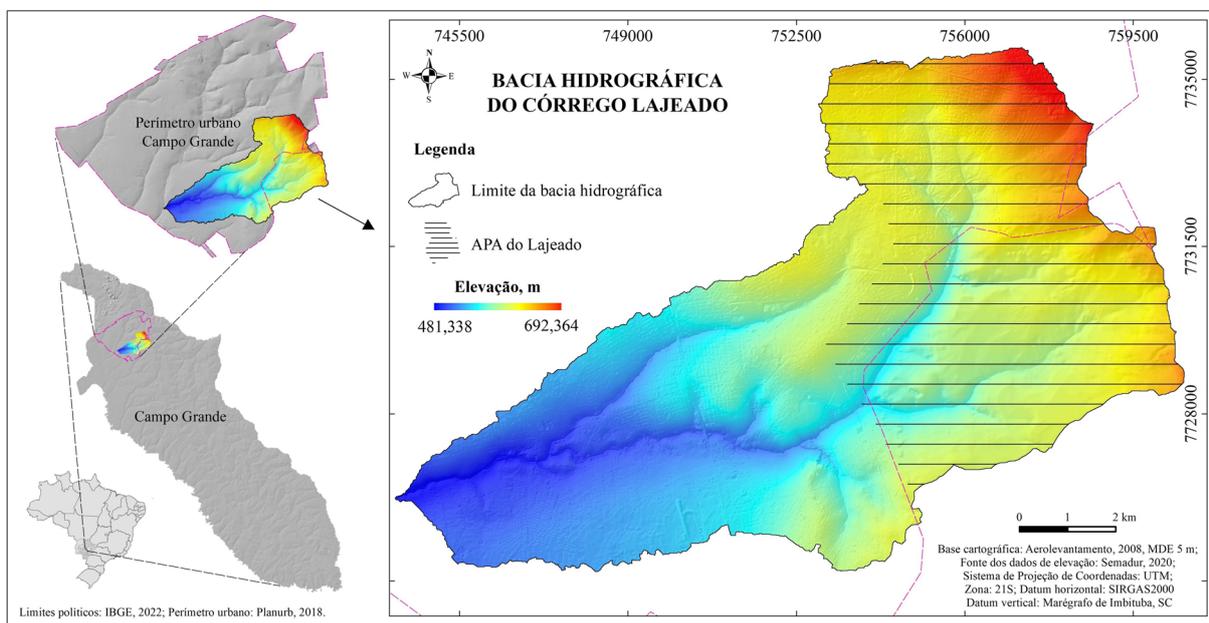
Área de estudo

O Município de Campo Grande localiza-se na região Centro-Oeste do Brasil, na porção central do Estado de Mato Grosso do Sul (Figura 1), na macroforma de relevo dos Planaltos e Chapadas da Bacia do Paraná, sobre as Formações Botucatu (arenitos eólicos), os derrames basálticos da Formação Serra Geral (supersequência Gondwana III – Neojurássico-Eocretáceo), os arenitos da bacia sedimentar de Bauru (Grupo Caiuá, indiviso), das coberturas detrito-lateríticas neogênicas, além de depósitos aluvionares Quaternários (AMORIM; CAPOANE, 2022). Em função do substrato litológico, os solos do Município variam de argilosos a arenosos, os quais, por sua vez, influenciam nas atividades agropecuárias desenvolvidas no município.

A BHCL situa-se no quadrante sudoeste do perímetro urbano da cidade de Campo Grande (Figura 1), na transição urbano (72,6%) e rural (27,4%). A população urbana está distribuída em 14 bairros (CAMPO GRANDE, 2019), sendo eles, em ordem de representação de área: Maria Aparecida Pedrossian, Moreninha, Universitário, Centro Oeste, Rita Vieira, Tiradentes, Los Angeles, Alves Pereira, Pioneiros, Centenário, Noroeste, Lajeado, Chácara Cachoeira e Veraneio.

Nessa BH está inserida uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável, a Área de Proteção Ambiental (APA) dos Mananciais do Córrego Lajeado, também denominada APA do Lajeado (Figura 1), que corresponde a 50,0% do território da BHCL. Conforme Decreto nº 8.265, de 27 de julho de 2001, a APA é “compreendida pela bacia de drenagem do Córrego Lajeado, a montante da barragem de captação” (CAMPO GRANDE, 2001, p. 2), da qual provém atualmente 16% da água que abastece a cidade de Campo Grande. A APA foi instituída tendo como objetivos “recuperar, proteger e conservar os mananciais de abastecimento público [...]; proteger seus ecossistemas, as espécies raras e ameaçadas de extinção, o solo, assim como as várzeas e demais atributos naturais [...]; promover programas, projetos e ações de gestão e manejo da área [...]” (CAMPO GRANDE, 2001, p. 2).

Figura 1 – Contexto geográfico da área de estudo, Bacia Hidrográfica do Córrego Lajeado, Campo Grande, MS.



Fonte: elaborado pela primeira autora (2023).

Quanto aos aspectos abióticos, a geologia da BHCL corresponde aos basaltos da Formação Serra Geral (80,3%) e dos Arenitos do Grupo Caiuá, indiviso (19,7%) (LACERDA FILHO *et al.*, 2006; IBGE, 2021). Na revisão da Carta Geotécnica de Campo Grande de 2020 (PLANURB, 2020), foram mapeadas quatro Unidades: a Unidade I (A, B, C) corresponde a 37,9% da área da BHCL e é composta pela rocha basáltica e seu manto de alteração. Também são identificados arenitos intertrapeanos que ocorrem entre derrames de basalto: a Unidade II (A, B, C) corresponde a 43,8% da área da BH, sendo composta pelos arenitos do Grupo Caiuá; a Unidade III (A, B, C) corresponde a 14,3% da área da BH, sendo composta por coberturas sedimentares indiferenciadas, depósitos cenozoicos; a Unidade IV corresponde a 4,0% da área da BH, sendo composta por depósitos aluvionares associados aos cursos de água.

As classes de solos mapeadas na Unidade I são Latossolos Vermelhos Distróficos (LVd), Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos (LVAd), Nitossolos Vermelhos Distróficos,

Chernossolos Háplicos Férricos, Neossolos Litólicos (RL) e Regolíticos (RR) e, Gleissolos Háplicos Distróficos (GXd); na Unidade II, as classes mapeadas são LVd, Neossolos Quartzarênicos Órticos (RQo), RL, RR e GXd; na Unidade III, LVd, Latossolos Amarelos Distróficos, LVAd, RQo, RL e RR; GXd; e na Unidade IV, GXd, RL e RR (PLANURB, 2020).

As Unidades Geomorfológicas da BHCL são: Planalto Sul-Mato-Grossense (89,2%) e Planalto de Campo Grande (10,8%) (IBGE, 2021), na macroforma de relevo dos Planaltos e Chapadas da Bacia do Paraná (ROSS *et al.*, 2019). No contexto hidrográfico, o Córrego Lajeado é tributário do rio Anhanduí, afluente do Rio Pardo, que por sua vez deságua no Rio Paraná. Os principais córregos tributários são Bálamo, Lajeado e Estribo. Muitos tributários de baixa ordem (Stralher) não são nomeados.

No contexto climático, conforme trabalho de Alvares *et al.* (2014), há três tipos na área: o clima tropical savânico (83,1%); o tropical monçônico (16,6%); e o subtropical úmido (0,3%). A precipitação acumulada para Campo Grande em 2021 foi de 1.348,6 mm, sendo janeiro o mês mais chuvoso (387,2 mm) e julho o mês mais seco (1,8 mm) (CEMTEC, 2021). O aspecto biótico de vegetação é composto por fitofisionomias fragmentadas do Cerrado e espécies invasoras como a leucena (*Leucaena leucocephala*).

Base cartográfica para análise do terreno

As informações de altimetria utilizadas para a geração do Modelo Digital de Elevação (MDE) foram obtidas pela técnica de fotogrametria. Os dados (curvas de nível e pontos cotados) eram disponibilizados pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano de Campo Grande (SEMADUR, 2020). O levantamento aerofotogramétrico foi realizado no ano de 2008, na escala 1:10.000 na zona rural (voo março de 2008, faixa 03, fotos 940 a 942) e 1:2.000 no perímetro urbano (voo fevereiro de 2008, faixa 12, fotos 8.424). Na zona urbana, a equidistância das curvas é de um metro e, na zona rural, cinco metros. Os arquivos com os pontos cotados contêm 79.631 pontos no perímetro urbano e 17.346 pontos na zona rural. Os pontos cotados do aerolevanteamento de 2008 foram reambulados no ano de 2013, quando da realização de um novo aerolevanteamento para o perímetro urbano na escala 1:1.000 (CAMPO GRANDE, 2013), voo junho de 2013, faixa 13, fotos 859.

No *software* ArcMap 10.8.2 (licença de uso para a primeira autora), os dados altimétricos do aerolevanteamento foram recortados em *buffer* de 4 km da área de interesse e interpolados utilizando a ferramenta de análise espacial *Interpolation*, método *topo to raster*. A resolução espacial de saída, 5 m, corresponde a equidistância das curvas de nível para a zona rural. Embora a resolução espacial de saída do MDE seja cinco metros, para o perímetro urbano foram utilizadas na interpolação as curvas de nível com um metro de equidistância.

Uma vez gerado o MDE, foi derivado o relevo sombreado para identificação de artefatos, como curvas com cota errada, pontos cotados com valores negativos, zero, superiores ou inferiores a duas curvas de nível. As curvas de nível com cota errada foram corrigidas com base nas cotas das curvas anteriores e posteriores. Os artefatos identificados na camada pontos cotados foram excluídos e procedeu-se uma nova interpolação. Posteriormente, utilizando a ferramenta de

análise espacial do ArcMap, foi delimitada a bacia hidrográfica (*Fill, Flow Direction – D8, Flow Accumulation – D8, Conditional – limiar 5.000, Watershed*).

Os parâmetros utilizados para análise do terreno foram: relevo sombreado, declividade, Índice Topográfico de Umidade (ITU) e Índice Topográfico de Potência de Escoamento (ITPE). Esses atributos foram derivados do MDE nos *softwares* ArcMap 10.8.2 e SAGA GIS v. 7.9.0. Considerando que o preenchimento de depressões em MDEs altera significativamente a distribuição espacial e a quantificação de atributos do terreno derivados (WECHSLER, 2007), foi utilizado o modelo sem as depressões preenchidas (*Fill*).

Uso e cobertura da terra e índice de vegetação

Os dados de uso e cobertura da terra para os anos de 1985 e 2021 foram obtidos no hub da Rede MapBiomias, coleção 7.1 (MAPBIOMAS, 2021). As imagens utilizadas na classificação de 1985, início da série histórica, são do satélite Landsat, sensor *Thematic Mapper* (TM), e, nas de 2021, do sensor *Operational Land Imager* (OLI). Os dados foram obtidos diretamente no hub da Rede MapBiomias.

Para o ano de 2021, também foi derivado o índice radiométrico de vegetação *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), a fim de ilustrar o efeito da sazonalidade climática e seca, classificada como severa a excepcional pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN, 2021). O NDVI foi derivado de imagens do satélite Sentinel-2 (sensores S2A e S2B) para as datas 28/04/21, 07/07/21, 31/08, 30/09, 25/10 e 04/12/2021. No período entre 01/01/2021 e 27/04/2021, todas as imagens apresentavam cobertura de nuvens, o que impossibilitou a derivação do NDVI. As imagens foram obtidas no hub Copernicus da *European Space Agency* (ESA, 2021) e, no *software Sentinel Application Platform* (SNAP), versão 9.0.0 (ESA, 2022), foram derivados os índices espectrais. As bandas utilizadas foram a do vermelho (B4) e a do infravermelho próximo (B8), pois, conforme Rosa (2009), as faixas do vermelho e do infravermelho próximo contém mais de 90% da variação da resposta espectral da vegetação, portanto, realçam o comportamento espectral da vegetação, correlacionando-os com os parâmetros biofísicos dela.

Rede de drenagem e malha viária

Em ambiente do Sistema de Informação Geográfica, as linhas de fluxo extraídas automaticamente são dependentes da resolução espacial do MDE, do qual são derivadas do algoritmo de distribuição de fluxo e do valor de limiar de acumulação de fluxo (ARIZAVILLAVERDE; JIMÉNEZ-HORNERO; RAVÉ, 2015). Essa dependência foi demonstrada no trabalho de Capoane (2022), que analisou a sensibilidade geomorfométrica da drenagem e da superfície do terreno à fonte e à resolução espacial de modelos digitais de superfície e elevação para a BHCL. Diante disso, para o presente trabalho, a hidrografia foi vetorizada com base nas curvas de nível do aerolevanteamento de 2008, escalas 1:2.000 na zona urbana e 1:10.000 na zona rural e, imagens de alta resolução espacial do *World Imagery*.

A malha viária foi obtida no *site* da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano (SEMADUR, 2020). Como não são disponibilizados os documentos técnicos de como e quando as bases cartográficas municipais foram geradas, considerou-se a referência temporal no nome do arquivo – 2013.

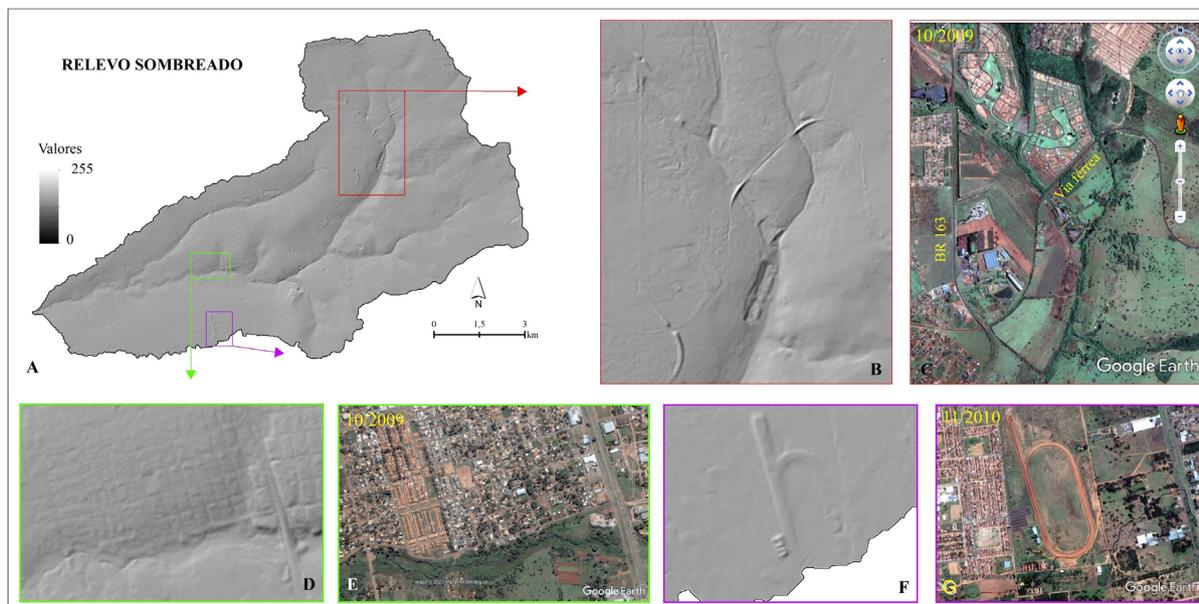
Apresentação e análise dos resultados

Os resultados são apresentados em documentos cartográficos, figuras e gráficos. Para a interpretação e análise, são utilizadas como subsídio imagens históricas do *Google Earth*, fotografias obtidas em trabalhos de campo e dados de precipitação do ano de 2021 (CEMTEC, 2021).

Resultados e discussões

Os valores de sombreamento analítico variaram de 84 a 238 (Figura 2) com média de 179,99 e desvio padrão de 6,04. O método de sombreamento usa uma fonte de luz idealizada para iluminar a paisagem, em um azimute e elevação especificados pelo usuário (PIKE, 1992), no presente trabalho foi utilizado o azimute 315 e altitude 45. A interpretação dos mapas de sombra é semelhante à interpretação de imagens de sensoriamento remoto. A presença de uma escarpa principal clara, uma mudança abrupta de inclinação e uma topografia escalonada são características detectáveis em mapas de encostas (VAN DEN EECKHAUT *et al.*, 2005). Embora as visualizações sombreadas do relevo são particularmente propensas à polarização de azimute (SMITH; CLARK, 2005), MDEs gerados com dados de grande escala, como no presente trabalho, podem destacar formas de relevo sutis (Figura 2).

Figura 2 – Relevo sombreado da Bacia Hidrográfica do Córrego Lajeado, Campo Grande, MS.

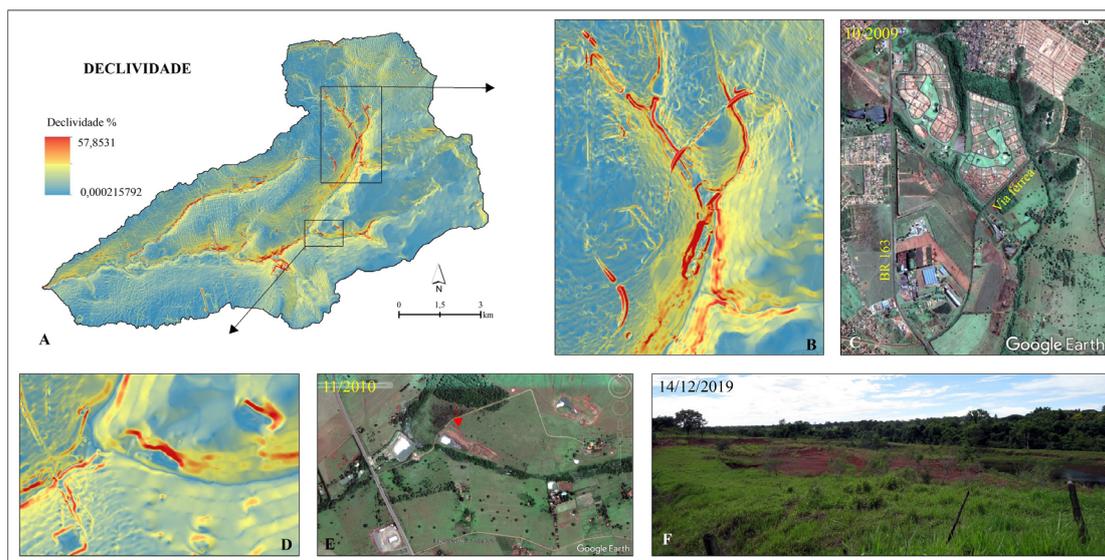


Fonte: elaborado pela primeira autora (2023).

Os recortes espaciais da Figura 2 mostram características morfológicas e sedimentares que eram anteriormente difíceis de serem detectadas a partir de Modelos Digitais de Superfície como SRTM 30 e 90, Topodata, Aster GDEM, Alos Palsar, e em MDEs gerados com curvas de nível de cartas topográficas na escala 1:100.000, mais comuns na região Centro-Oeste. A topografia de grande escala oferece oportunidade para entender melhor os processos morfodinâmicos a partir de assinaturas topográficas antropogênicas, como cabeceiras de pontes, escavações, terraplanagens, elevação da pista em áreas úmidas de fundo de vale, feições geométricas da malha viária (Figura 2B, C, D, E) e de um hipódromo (Figura 2F, G).

A declividade do terreno variou de 0 a 57,85%, com média de 3,46 e desvio padrão de 2,75. As áreas de maior declive estão associadas ao entalhe dos canais de drenagem pelo acúmulo dos fluxos superficiais nos fundos de vale e, ao relevo antropogênico como nos taludes de corte para abertura da malha viária e para construção de obras de infraestrutura. Nas Figuras 3B, C, D, E, com recorte espacial da declividade e de imagem de satélite do *Google Earth* com data próxima a do aerolevanteamento, observa-se a correlação entre as características morfológicas mapeadas com as feições existentes na área. A seta da Figura 3E indica o ângulo da fotografia 3F de campo realizado em 14/12/2019.

Figura 3 – Declividade da Bacia Hidrográfica do Córrego Lajeado, Campo Grande, MS.



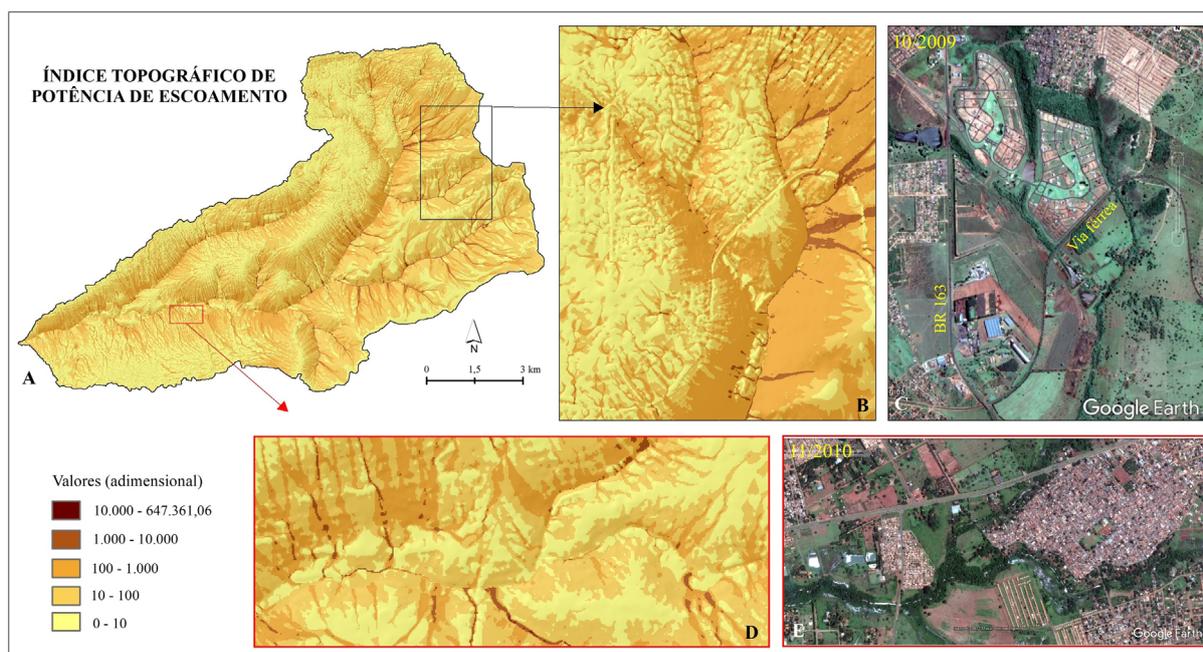
Fonte: elaborado pela primeira autora (2023).

O índice topográfico de potência de escoamento variou de 0 a 647.361,1 com média de 189,1 e desvio padrão de 3.609,8. O gradiente das vertentes influencia diretamente na velocidade dos fluxos superficiais e subsuperficiais, logo, no teor de água do solo e no potencial dos processos erosivos e deposicionais (MOORE; GRAYSON; LADSON, 1991). Em ambientes urbanizados, a impermeabilização da superfície faz com que qualquer área possa gerar escoamento superficial, e sarjetas tornam-se canais concentradores de fluxos. A água da chuva é direcionada para as galerias do sistema de drenagem de águas pluviais, o que acelera a conectividade entre as encostas e os córregos e rios, ou seja, o aumento da densidade de drenagem pelo sistema de drenagem de águas pluviais, diminui o tempo de concentração da água na bacia e aumenta a vazão de cheia.

Nas vertentes, o poder erosivo é maior em ruas onde não há sistema de drenagem de águas pluviais ou o sistema de drenagem é ineficiente, o que torna esses locais uma das principais fontes de sedimentos que chegam aos córregos (BALOQUE; CAPOANE, 2021).

Considerando que os maiores valores do ITPE indicam os caminhos de fluxo superficial preferencial durante tempestades ou chuvas erosivas, apontando para áreas potenciais para formação de sulcos e ravinas, nesses locais, como mencionam Moore e Nieber (1989), devem ser instaladas medidas de conservação do solo e da água que reduzam os efeitos erosivos do escoamento superficial concentrado. O contexto a ser considerado para a instalação de medidas conservacionistas é o de bacia hidrográfica. Nas áreas rurais devem ser adotadas as práticas de manejo edáficas (fertilidade do solo), vegetativas (proteção do solo) e mecânicas (complementares, parcelamento dos fluxos superficiais); nas áreas urbanas, a instalação e manutenção de sistemas de drenagem de águas pluviais é fundamental para reduzir o risco de alagamentos. Como grande parte da superfície está impermeabilizada, também é necessário melhorar a infiltração de água (bacias de infiltração, *mulching* vertical, estruturas de controle e dissipação de fluxos, dentre outras) em áreas verdes como canteiros, praças, jardins, vazios urbanos e áreas públicas, no intuito de aumentar o tempo de concentração de água na bacia. O aumento do tempo de concentração das águas pluviais permite que uma maior quantidade de água seja absorvida pelo solo, reduzindo a carga sobre os sistemas de drenagem, minimizando o risco de enchentes e inundações e reduzindo a erosão de margens, além de permitir que mais água seja filtrada naturalmente antes de atingir os aquíferos, o que contribui para reduzir a poluição dos corpos d'água, como rios e reservatórios, protegendo a qualidade da água e os ecossistemas aquáticos. Na Figura 4, os recortes espaciais permitem visualizar, em maior detalhe, a influência antrópica nos processos hidrogeomórficos, muito mais acentuados em áreas urbanizadas.

Figura 4 – Índice Topográfico de Potência de Escoamento da Bacia Hidrográfica do Córrego Lajeado, Campo Grande, MS.

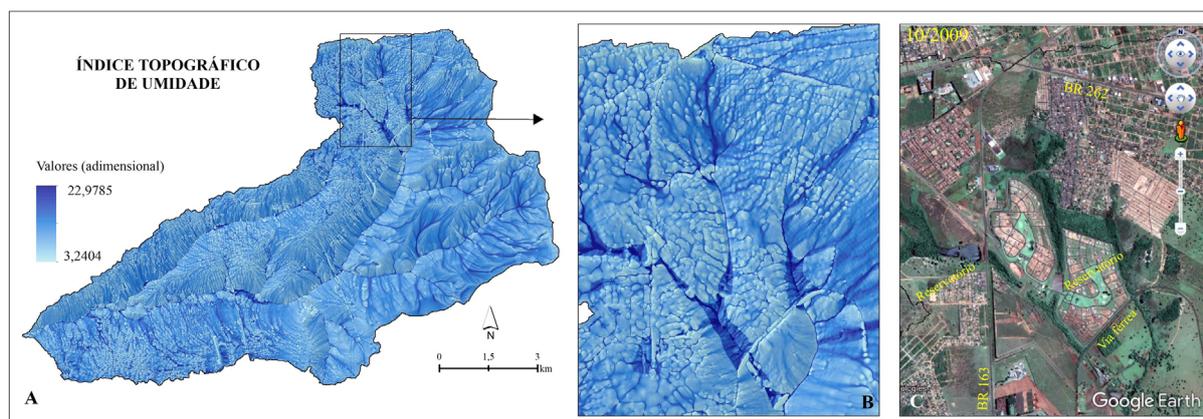


O ITU variou de 3,24 a 22,96 (Figura 5), com média de 8,30 e desvio padrão de 1,83. Esse índice tem sido utilizado como um estimador de umidade relativa assumindo que uma grande fração do fluxo da encosta ocorre como fluxo lateral paralelo à encosta, de modo que o acúmulo de fluxo deve aumentar com a área de contribuição local e diminuir com a inclinação local (MOORE *et al.*, 1993). Assim, os maiores valores do ITU representam as áreas com maior potencial de saturação hídrica, ou seja, áreas com maior potencial de acúmulo de água e geração de escoamento superficial em eventos de chuva.

O recorte espacial da Figura 5 mostra ruas como as principais vias de escoamento em função da concentração de fluxos nas sarjetas, ou mesmo em sulcos e ravinas em ruas sem pavimentação. Na Figura 5 também é possível observar a formação de áreas úmidas antropogênicas em decorrência da elevação do terreno para construção da malha viária em área de vale e da construção de barragens.

Os recortes espaciais do ITPE e ITU permitem visualizar a influência antrópica nos processos hidrogeomórficos superficiais (dinâmica hídrica e morfologia das vertentes), destruidores e construtores de relevo, sendo a malha viária a principal assinatura topográfica antropogênica observada na BHCL. Em trabalho desenvolvido na BH do Córrego Bandeira, pareada à do Lajeado, Baloque e Capoane (2021), observaram que em eventos de chuva o escoamento superficial é favorecido devido a impermeabilização do solo que reduz a infiltração. Os fluxos superficiais são concentrados pelo sistema viário, sendo direcionados pelo sistema de drenagem de águas pluviais até os cursos d'água. Os autores observaram em campo, durante evento de precipitação, que vias não pavimentadas, onde o sistema de drenagem pluvial é inexistente, elas são transformadas em córregos em eventos de tempestade. Para esses autores, a modificação dos processos hidrológicos nas vertentes aumenta o volume das águas superficiais em forma de enxurradas, que arrastam materiais tecnogênicos e sedimento até os rios. Nos canais de drenagem, o aumento significativo da vazão em eventos de chuva potencializa a erosão das margens.

Figura 5 – Índice Topográfico de Umidade da Bacia Hidrográfica do Córrego Lajeado, Campo Grande, MS.



Fonte: elaborado pela primeira autora (2023).

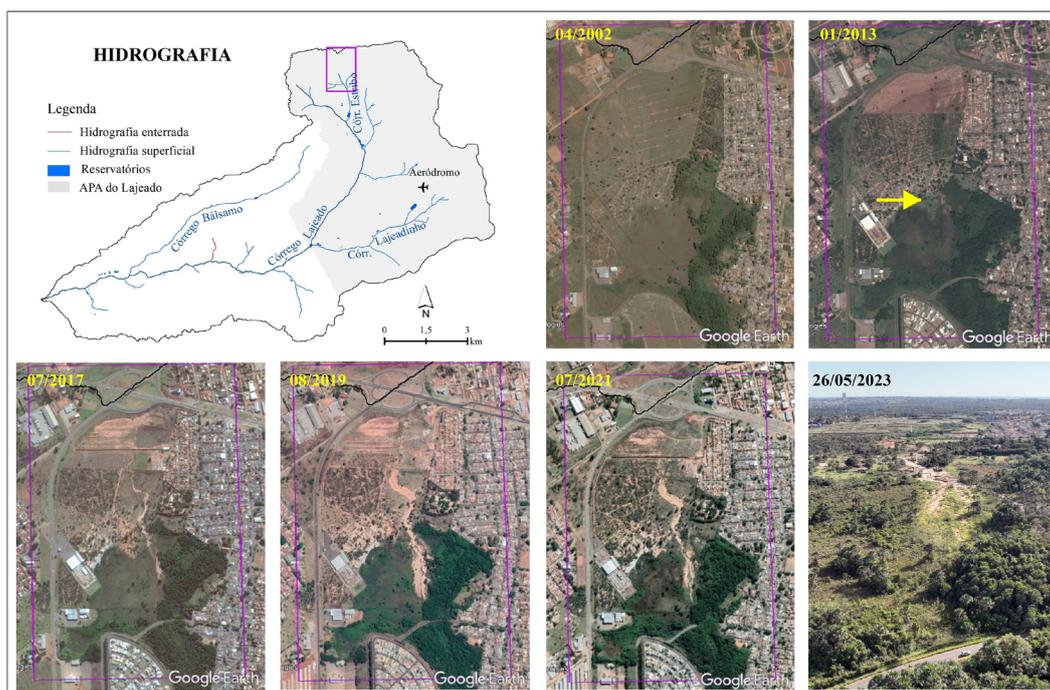
A Figura 6 mostra que a urbanização alterou profundamente a rede de drenagem, com nascentes drenadas e enterradas, córregos canalizados e, os canais de baixa ordem (Strahler), a maioria estão enterrados. As mudanças na rede fluvial foram incentivadas pelo poder público municipal, cujo Código de Obras, Lei nº 26 de 1965, facultava que áreas úmidas e pequenos cursos d'água fossem drenados e aterrados para que se procedesse o parcelamento e a ocupação do solo. Na Lei nº 1.866 (CAMPO GRANDE, 1979), que instituiu o atual Código de Obras do município, no artigo 190, que trata dos conjuntos residenciais, ainda consta que “em conjuntos residenciais o terreno será convenientemente drenado”.

Na bacia hidrográfica do Córrego Estribo, localizada no interior da UC APA do Lajeado (Figura 1), há um processo erosivo linear ativo há quase uma década. Conforme recorte temporal (Figura 6), em 2002 a área úmida apresentava predominantemente vegetação gramínea e herbácea e a montante pastagens; em 2013 é possível observar o processo erosivo (no *Google Earth* há uma lacuna de imagens entre 2011 e 2013); em 2017 a erosão avança para o compartimento da encosta e o sedimento deposita na área mais plana a jusante dando início a formação de um leque aluvial; em 2019 o processo erosivo continua avançando e observa-se uma extensa área de erosão e de sedimentação; em 2021 o processo continua ativo, o que mostra que nenhuma intervenção foi feita no sentido de conter o processo erosivo e proteger a vereda. Em trabalho de campo realizado em 26/05/2023 (Figura 6), constatou-se que o processo erosivo continua ativo, sem indícios de obras de intervenção.

A área impactada pela deposição de sedimento trata-se de Área de Preservação Permanente, pois há o “afioramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d'água” devendo ser preservada “no raio mínimo de 50 metros”, independentemente de estar inserido no espaço urbano ou rural. Como a vegetação natural foi suprimida e consolidada como pastagem anterior a 2008, conforme a Lei nº 12.651/2012, a recuperação e restauração florestal deve ocorrer em um raio de 15 metros.

Os recortes temporais do *Google Earth* (Figura 6) também mostram que houve incremento de vegetação florestal no período entre 2002 e 2021, contudo, em campo foi constatado que se trata da espécie *Leucaena leucocephala*, que reúne atributos típicos com alto potencial invasor, como: crescimento rápido, pioneiras heliófitas e produzem sementes em grande quantidade (NOBLE, 1989; BLOSSEY; NÖTZOLD, 1995; REJMÁNEK, 1996). Para Baker (1974), a espécie também reúne atributos que são considerados favoráveis para ervas daninhas invasoras, como: capacidade de se reproduzir sexual e assexuadamente, crescimento rápido, curto período pré-reprodutivo, alta plasticidade e tolerância a ambientes diversos. Embora não seja uma erva daninha, a braquiária (*Brachiaria*) é a espécie que compõe o “sub-bosque” em áreas com leucenas.

Figura 6 – Rede hidrográfica da BHCL e recorte temporal da área com processo erosivo linear na cabeceira de drenagem do córrego Estribo.



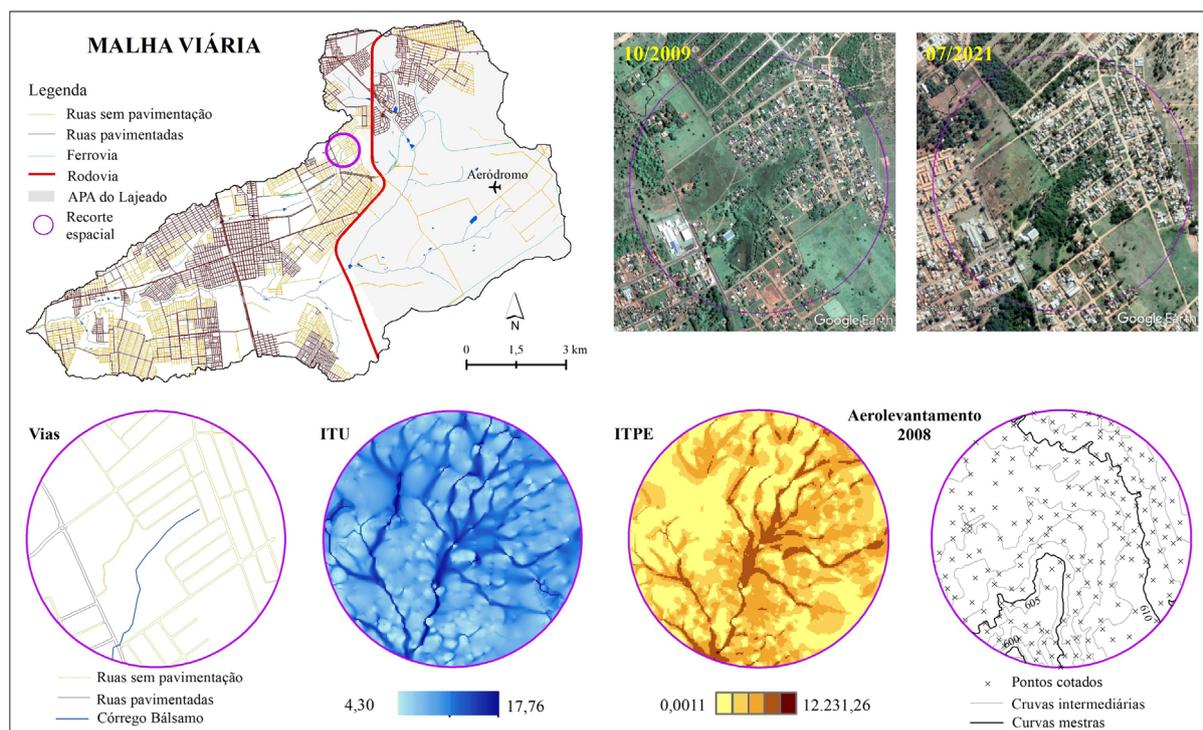
Fonte: elaborado pela primeira autora (2023).

Na Figura 7 é apresentada a malha viária da BHCL. Embora as informações disponibilizadas pela Semadur estejam desatualizadas, via análise de sensoriamento remoto orbital e trabalhos de campo, observou-se que há muitas ruas sem pavimentação em que o sistema de drenagem de águas pluviais é inexistente. Estradas de terra são uma das principais fontes de sedimentos em bacias hidrográficas urbanas pois concentram os fluxos na forma de enxurrada em dias de chuva em direção aos fundos de vale. Uma vez que os sedimentos atingem os canais de drenagem, parte é aprisionado em reservatórios formados pela construção de barragens de terra.

O recorte espacial da cabeceira de drenagem do Córrego Bálamo (Figura 7) ilustra o impacto da urbanização nos processos hidrogeomórficos. No ITU, observa-se que uma via pavimentada se tornou uma área com potencial de saturação hídrica e geração de escoamento superficial, ou seja, o comportamento da malha viária é o mesmo de uma área natural onde os fluxos convergem, e áreas úmidas ribeirinhas. O mesmo comportamento é observado para o ITPE, e a probabilidade de formação de sulcos e ravinas em função da concentração de fluxos é maior onde as ruas não possuem pavimentação e sistema de drenagem de água pluviais. Esses resultados evidenciam a importância da manutenção das vias e do sistema de drenagem de águas pluviais e a urgência na pavimentação de ruas e implantação do sistema de drenagem de água pluviais.

Os recortes temporais de 2009 e 2021 (Figura 7) mostram que o reservatório formado a partir da construção de uma barragem de terra secou e encontra-se vegetado, corroborando com os resultados encontrados pela Rede MapBiomas Água, que mostra que entre 1990 e 2020 houve uma retração de 15,7% da superfície coberta com água no país (MAPBIOMAS, 2021). Na imagem também é possível observar o incremento de vegetação florestal ao longo do curso d'água e área úmida de nascente. Esse incremento de vegetação foi com a espécie leucena.

Figura 7– Malha viária e recorte espacial de parâmetros analisados.



Fonte: elaborado pela primeira autora (2023).

Os recortes temporais de uso e cobertura da terra de 1985 e 2021 (Figura 8) mostram as mudanças na paisagem. No ano de 1985, a classe infraestrutura urbana correspondia a 13,6% da área da BHCL, e em 2021, 46,5%. Assim como observaram Dadashpoor, Azizi e Moghadasi (2019), a expansão do território é um dos principais e mais diretos efeitos da urbanização. A classe de uso de pastagem que era predominante em 1985 (35,5%), reduziu para 28,6% em 2021. Essa redução deu-se em detrimento da urbanização. No perímetro urbano, as áreas classificadas como pastagens correspondem, predominantemente, a vazios urbanos (Figura 8), ou seja, “espaços que estão vazios tanto de uso quanto fisicamente” (SILVA, 2015, p. 24).

As formações florestais e savânicas, que somavam 17,8% da área da BHCL em 1985, diminuíram para 9,5% em 2021. Na zona rural, os fragmentos de vegetação florestal e savânica encontram-se em áreas de chácaras, próximas ao Aeródromo Santa Maria (Figura 8). Matas ripárias são observadas no espaço rural e urbano, contudo, como mencionado acima, nas áreas urbanas, a espécie exótica leucena pressionada avança sobre a vegetação nativa. A classe campo alagado representava 2,0% da área da BHCL em 1985 e reduziu para 1,4% em 2021. Isso se deve a expansão urbana, que ocorre tanto em ambientes bem drenados quanto nos mal drenados, incentivada pelo poder público municipal, como mostrou o trabalho de Baloque e Capoane (2021) em bacia hidrográfica pareada a BHCL.

As classes de mosaico de agricultura e pastagem (14,9%) e outras áreas não vegetadas (16,2%) somavam 31,1% da área da BHCL em 1985 e correspondiam a áreas em transição de uso da terra. Em 2021, essas classes somavam 13,3%. As classes soja e silvicultura, não mapeadas em 1985, ocupavam uma área de 8,5 ha e 47,6 ha, respectivamente, em 2021. A soja não é cultivada na BHCL e corresponde a erro de classificação, cuja acurácia global da coleção 7.1

é de 91,5%; discordância de alocação de 6,9% e discordância de quantidade de 1,7%. A classe rios e reservatórios correspondia a 0,1% da BHCL em 1985 e 2021.

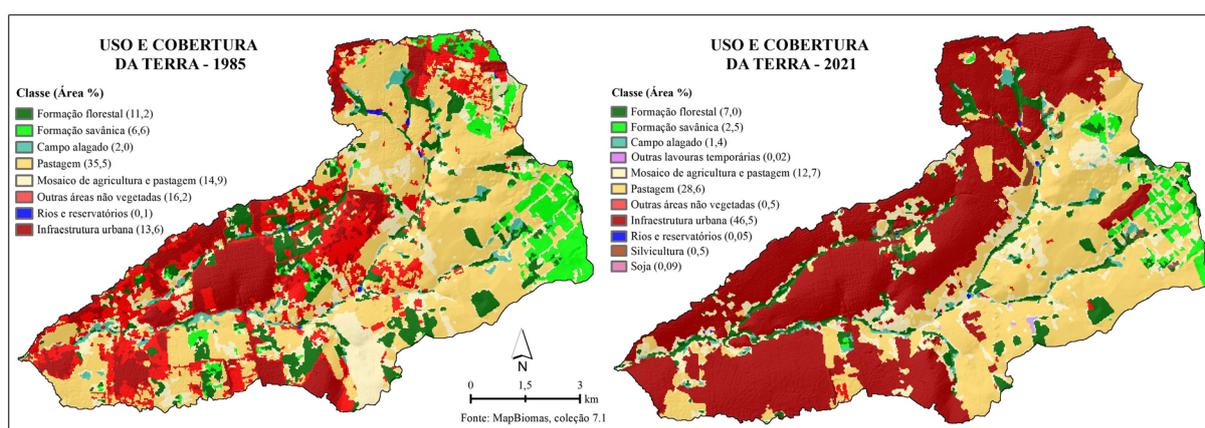
No perímetro urbano da BHCL também está presente a atividade de hortifruticultura, localizada em pequenas propriedades. Essa classe de uso não consta na Rede MapBiomias em virtude da escala espacial das imagens utilizadas (30 m). Para o ano de 2021, parte da área que consiste na atividade de hortifruticultura consta em outras lavouras temporárias em uma área de 1,68 ha. Com base na análise de imagens orbitais e trabalhos de campo, a horticultura não está presente na APA do Lajeado.

Conforme Madaleno (2001), a agricultura urbana está sendo cada vez mais integrada à gestão urbana, podendo se constituir em uma importante ferramenta para a redução da pobreza, por meio da geração de renda e empregos. É também uma forma de trabalhar com o manejo ambiental (HIRATA; GOLLA; HESPANHO, 2010). Para essas autoras, o incentivo à agricultura urbana pode se constituir em uma opção interessante em termos de políticas que busquem a inclusão social e a demanda urbana, especialmente daquela parcela da população com baixo poder aquisitivo e com dificuldades de acesso aos alimentos.

Em Campo Grande, o projeto Hortas Urbanas, uma parceria entre o Governo do Estado e prefeitura municipal, fomenta a agricultura familiar. A assistência técnica aos agricultores familiares se dá por meio da Agência de Desenvolvimento Agrário e Extensão Rural e Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico e da Ciência e Tecnologia, em que é feito o fornecimento de insumo inicial, como o adubo, matéria orgânica e material para construção; suporte para manutenção, com mudas e sementes de hortaliças; além de acompanhamento técnico periódico (AGRAER, 2021).

A distribuição espacial das classes de uso e cobertura da terra e área de cada classe para os anos de 1985 e 2021 podem ser visualizadas na Figura 8.

Figura 8 – Uso e cobertura da terra da Bacia Hidrográfica do Córrego Lajeado, Campo Grande, MS.

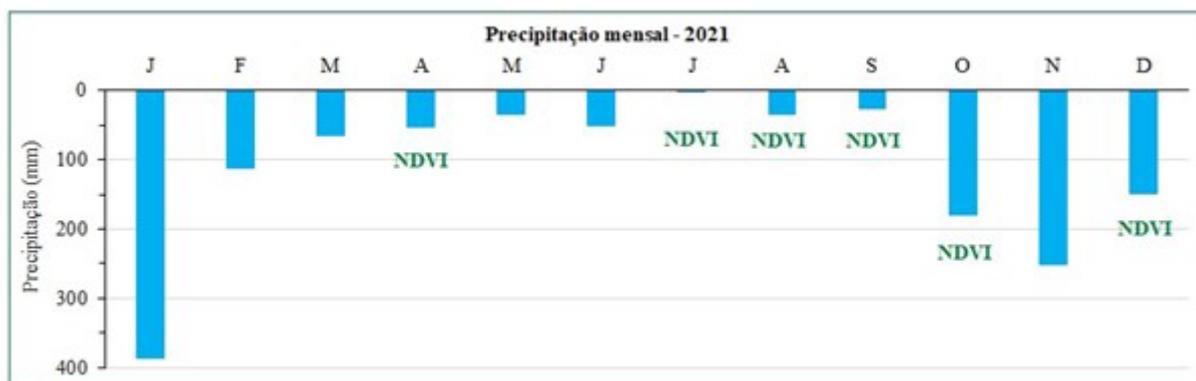


Fonte: elaborado pela primeira autora (2023).

A partir do NDVI, é possível identificar a cobertura da terra (urbano e rural) e as mudanças fenológicas anuais que estão diretamente relacionadas a sazonalidade climática da região Centro-Oeste (Figura 9). Em 28/04/21 (Figura 9), final do período chuvoso, os valores

de NDVI variaram de $-0,45$ a $0,99$, com média de $0,46$ e desvio padrão de $0,24$. Nas áreas urbanas predominam baixos valores, que correspondem a área construída e malha viária. Os maiores valores, que correspondem a vegetação florestal, encontram ao longo de cursos d'água, compostos predominantemente pela espécie exótica leucena e indivíduos arbóreos em canteiros, praças e jardins. Os valores intermediários correspondem aos vazios urbanos, com vegetação gramínea e herbácea. Para a área rural, predominam valores intermediários, cujo uso corresponde a pastagens.

Figura 9 – Precipitação mensal acumulada em Campo Grande para o ano de 2021.



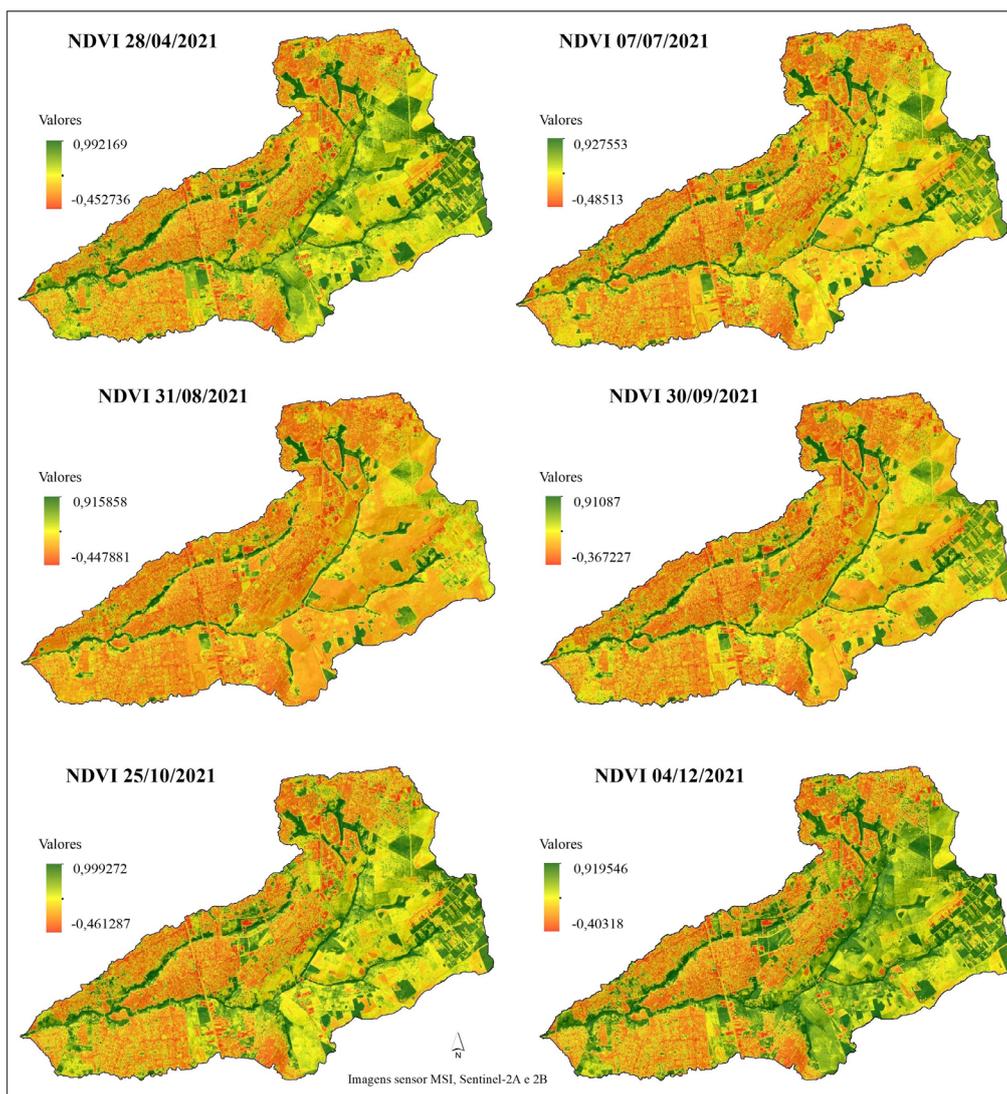
Fonte: elaborado pela primeira autora (2023).

Em 07/07/2021 (Figura 10), período seco, os valores variaram de $-0,49$ a $0,93$, com média de $0,38$ e desvio padrão de $0,20$. A partir do recorte temporal, abril e julho, é possível observar o decréscimo significativo no vigor da vegetação, tanto a nativa e exótica quanto das pastagens, o que indica estresse hídrico (GESSESSE; MELESSE, 2019).

Em 31/08/2021 (Figura 10) os valores de NDVI variaram de $-0,45$ a $0,92$, com média de $0,30$ e desvio padrão de $0,19$. Observa-se que o vigor da vegetação mantém a tendência de declínio, consequência da estiagem e geadas. Os maiores valores (verde) representam, predominantemente, a vegetação exótica. De modo geral, o vigor da vegetação está muito baixo, com cobertura morta, e a espécie exótica mostra-se a menos afetada pela restrição hídrica. Em termos de lâmina d'água, a mudança de $-0,49$ para $-0,45$ indica diminuição no volume de água armazenada nos reservatórios.

Em 30/09/2021 (Figura 10), os valores de NDVI variaram de $-0,37$ a $0,91$, com média de $0,35$ e desvio padrão de $0,20$. O valor máximo de NDVI apresentou uma pequena diminuição em relação ao dia 31/08. Embora tenha chovido $34,2$ mm entre os dias 31/08 e 30/09, esse volume de precipitação está abaixo do esperado. Além disso, a umidade antecedente do solo estava muito baixa em função do longo período de seca, o que favorece a infiltração. O mesmo comportamento é observado para os valores que representam os corpos d'água.

Figura 10 – Índice de vegetação para a Bacia Hidrográfica do Córrego Lajeado, Campo Grande, MS.



Fonte: elaborado pela primeira autora (2023).

Em 25/10/2021 (Figura 10), os valores de NDVI variaram de $-0,46$ a $0,999$, com média de $0,45$ e desvio padrão de $0,23$. O valor máximo de NDVI aumentou em relação ao dia 30/09, e a vegetação nativa, principalmente em fragmentos florestais e ao longo dos córregos, apresenta maior vigor, em resposta a rebrota da vegetação. A rebrota e emergência também é observada para as áreas de pastagens. A lâmina d'água nos reservatórios apresentou aumento em comparação a 30/09. O volume de precipitação entre os dias 30/09 e 25/10 foi de 177 mm, respectivamente nos dias 01 ($1,2$), 02 ($2,6$), 06 ($20,4$), 07 ($6,8$), 09 ($5,4$), 10 ($33,6$), 11 ($4,0$), 14 ($28,4$), 15 ($1,8$), 16 ($0,4$), 18 ($3,2$) e 24 ($68,4$ mm).

Em 04/12/2021 (Figura 10), os valores de NDVI variaram de $-0,40$ a $0,92$, com média de $0,50$ e desvio padrão de $0,25$. A precipitação acumulada entre 25/10 e 04/12 foi de $277,6$ mm. Embora o valor máximo de NDVI tenha diminuído, principalmente nas áreas de pastagens, é possível observar a resposta da vegetação ao fator climático precipitação.

Ressalta-se que os alvos-água, área construída e solo exposto, possuem comportamento espectral (reflectância) semelhante, o que resulta em confusão (DU *et al.*, 2016), e, por isso, outros fatores são considerados na sua interpretação. Os espelhos d'água identificados correspondem a reservatórios construídos em áreas úmidas ribeirinhas, reservatórios formados a partir da construção de barragens de terra e reservatórios construídos com fins paisagísticos. Os reservatórios inseridos no espaço rural são utilizados, predominantemente, para a dessedentação animal; no espaço urbano, para a irrigação de hortaliças; e nos condomínios residenciais como DAMHA I, II, III, os reservatórios foram construídos com fins paisagísticos.

As mudanças nos padrões da paisagem por meio das atividades humanas como aumento populacional, urbanização, expansão urbana, criação de loteamentos e assentamentos e mecanização agrícola afetam os processos geomórficos, hidrológicos, sedimentológicos e ecológicos dentro dessas paisagens e transformam as relações entre os seres humanos e o ambiente natural (PICKARD *et al.*, 2017; TANNER; FUHLENDORF, 2018). Na bacia hidrográfica do Córrego Lajeado, o crescimento urbano rápido (13,6% em 1985 para 46,5% em 2021) e não planejado está associado a assentamentos em terras marginais, degradação ambiental e demandas populacionais que superam a capacidade de serviços ambientais, como água potável, saneamento e disposição e tratamento de resíduos. Embora caiba às instâncias governamentais legitimar a conservação ambiental, os conselhos gestores, além de espaço de discussão e negociação, poderiam corrigir defeitos de gestão (MACHADO; CHAVES, FONSECA FILHO, 2018).

No Zoneamento Ecológico Econômico do Município de Campo Grande, consta que a BHCL está na Zona Ecológica-Econômica do Guariroba/Lajeado, considerada zona de conservação. Porém, em campo, constatou-se que, na prática, há pouco a ser conservado. Como agravante, conforme o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental (CAMPO GRANDE, 2019), o espaço rural da BHCL, no interior da UC, consta como zona de expansão urbana, o que poderá impactar a produção de água bruta que abastece a cidade devido a diminuição da recarga pela impermeabilização do solo, aumentar os custos de tratamento de água devido a entrada de contaminantes urbanos nos ecossistemas aquáticos e isolar a fauna, o que poderá aumentar os atropelamentos.

O processo erosivo linear no interior da UC, ativo há quase uma década e que está soterrando uma área de vereda também demonstra o poder político dos interesses privados, o que fica evidente no Plano de Manejo revisado (PLANURB, 2022), em que a área de vereda do córrego Estribo integra a Zona de Proteção Estratégica, mas a área degradada a montante, onde estão ativos processos erosivos lineares, constitui em uma Zona de Ocupação Dirigida, que corresponde “as áreas urbanas não consolidadas, englobando os vazios urbanos e loteamentos em processo de licenciamento” (PLANURB, 2022, p. 91), ou seja, áreas “em que há interesse na consolidação dos usos urbanos, bem como a ocupação dos vazios urbanos” (PLANURB, 2022, p. 91). Além disso, o processo erosivo e seus impactos ambientais não foram mencionados no Plano de Manejo, o que levanta a questão sobre a inclusão da recuperação e restauração ecológica dessa área no Plano de Ação. Esses fatos ressaltam as observações de Lima (2011), que aponta que as Unidades de Conservação são meias conquistas ambientais, uma vez que, após sua criação, nem sempre são oferecidas condições adequadas para sua gestão por meio de planos de manejo e gestão.

Os resultados aqui apresentados serão fundamentais para embasar decisões e ações efetivas, para aprimorar o planejamento urbano, monitorar a expansão urbana e promover a conservação ambiental por meio de uma gestão adequada. Essa abordagem baseada em evidências é essencial para garantir um desenvolvimento urbano mais equilibrado, preservando os recursos naturais e melhorando a qualidade de vida das comunidades envolvidas.

Considerações finais

A análise do terreno a partir de um MDE com cinco metros de resolução espacial, gerado com dados de grande escala, permitiu a detecção de mudanças na superfície e reconhecimento de assinaturas topográficas antropogênicas de construção, como elevações no terreno para implantação de malha viária, em cabeceiras de pontes e barragens e de destruição como taludes de corte para construção civil e malha viária, escavações para construção de reservatórios e terraplanagens.

A partir dos índices topográficos foi possível identificar as áreas úmidas antropogênicas e com potencial de saturação hídrica e geração de escoamento superficial e os locais com potencial para formação de ravinas em função da concentração dos fluxos. Esses locais são prioritários para intervenção. Nas ruas pavimentadas deve ser feita manutenção periódica e, nas sem pavimentação e sistema de drenagem de águas pluviais, essas devem ser implantadas, pois tornaram-se canais de escoamento durante eventos de precipitação. Nas áreas rurais, medidas de conservação do solo e da água devem ser implantadas para que reduzam os efeitos erosivos do escoamento superficial concentrado.

O mapeamento da rede de drenagem da BHCL mostra que ela foi severamente impactada com retificação, canalização, enterramento e cimentação, sendo os canais de baixa ordem os mais impactados. As áreas úmidas localizadas no perímetro urbano foram drenadas, enterradas e concretadas, a exceção da nascente do córrego Estribo, que apresenta processo erosivo linear ativo há quase uma década. A deposição de sedimentos relacionada à dinâmica erosiva está causando o soterramento gradativo de uma vereda. A construção de barragens transformou os reservatórios em sumidouros de sedimentos e poluentes e muitos apresentam passivo ambiental em áreas de preservação permanente.

O recorte temporal do uso e cobertura da terra de 1985 e 2021 mostra o crescimento populacional que levou gradualmente ao crescimento e expansão das áreas urbanizadas, com a consequente redução das terras agrícolas utilizadas para pastagem. A vegetação nativa remanescente encontra-se fragmentada e, para a área urbanizada, a maior parte é composta pela espécie exótica leucena.

Os resultados encontrados podem apoiar uma melhor percepção dos efeitos da urbanização sobre as feições geomorfológicas, com consequente análise dos processos geomórficos, hidrológicos e sedimentológicos e seus impactos socioambientais.

Referências

AGRAER – Agência de Desenvolvimento Agrário. **Com apoio do Governo do Estado, casal planta hortas e cria agrofloresta em área urbana da Capital.** 1 mar. 2021. Disponível em: <https://www.agraer.ms.gov.br/com-apoio-do-governo-do-estado-casal-planta-hortas-e-cria-agrofloresta-em-area-urbana-da-capital/>. Acesso em: 10 jun. 2022.

- ALVARES, C. A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, jan. 2014.
- AMORIM, A. E. S.; CAPOANE, V. Classificação automatizada do relevo utilizando a ferramenta Geomorphons: Estudo de caso para o município de Campo Grande - MS. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 15, n. 2, p. 750-766, abr. 2022.
- ARIZA-VILLAVARDE, A. B.; JIMÉNEZ-HORNERO, F. J.; RAVÉ, E. G. Influence of DEM resolution on drainage network extraction: A multifractal analysis. **Geomorphology**, v. 241, p. 243-254, jul. 2015.
- BAKER, H. G. The evolution of weeds. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 5, n. 1, p. 1-24, 1974.
- BALOQUE, G. F.; CAPOANE, V. Susceptibilidade a erosão do solo na bacia hidrográfica do córrego Bandeira, Campo Grande - MS. **Revista Cerrados**, Montes Claros, v. 19, n. 2, p. 183-217, jul./dez. 2021.
- BLOSSEY, B.; NÖTZOLD, R. Evolution and increased competitive ability in invasive nonindigenous plants: A hypothesis. **Journal of Ecology**, v. 83, n. 5, p. 887-889, oct. 1995.
- BRASIL. **Portaria n. PR-254, de 25 de agosto de 2020**. Diário Oficial da União, 27 ago. 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-n-pr-254-de-25-de-agosto-de-2020-274382852>. Acesso em: 10 jun. 2022.
- CAMPO GRANDE. **Decreto n. 8.265, de 27 de julho de 2001**. Diário Oficial de Campo Grande, DIOGRANDE, n. 873. Campo Grande, MS, 30 jul. 2001.
- CAMPO GRANDE. **Extrato do contrato n. 20, celebrado em 7 de março de 2013**. Diário Oficial de Campo Grande, DIOGRANDE, n. 3.735. Campo Grande, MS, 01 abr. 2013.
- CAMPO GRANDE. **Lei complementar n. 341, de 4 de dezembro de 2018**. Diário Oficial de Campo Grande, DIOGRANDE, n. 5.539. Campo Grande, MS, 03 abr. 2019.
- CAMPO GRANDE. **Lei n. 1.866 de 26 de dezembro de 1.979**. 1979. Disponível em: <https://www.campogrande.ms.gov.br/semadur/downloads/lei-1866-261279-codigo-de-obras/>. Acesso em: 20 mar. 2022.
- CAPOANE, V. Sensibilidade geomorfométrica da drenagem e da superfície do terreno à fonte e à resolução espacial de modelos digitais de superfície e elevação. **GeoTextos**, v. 18, n. 1, p. 163-192, jul. 2022.
- CEMADEN – Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais. **Situação atual e previsão hidrometeorológica para a bacia do rio Paraná**. Cemaden, 31 maio 2021. 8 p. Disponível em: http://www2.cemaden.gov.br/wp-content/uploads/2021/06/NotaTecnica_BaciaParana_2021_Maio31.pdf. Acesso em: 10 jun. 2022.
- CEMTEC – Centro de Monitoramento do Tempo e do Clima de MS. **Banco de dados**. 2021. Disponível em: <https://www.cemtec.ms.gov.br/boletins-meteorologicos/>. Acesso em: 10 jun. 2022.

- CUNHA, J. M. P. **A migração no Centro-Oeste Brasileiro no período 1970-96: O esgotamento de um processo de ocupação.** Campinas: Núcleo de Estudos de População/ UNICAMP, 2002.
- DADASHPOOR, H.; AZIZI, P.; MOGHADASI, P. Land use change, urbanization, and change in landscape pattern in a metropolitan area. **Science of the Total Environment**, v. 655, p. 707-719, mar. 2019.
- DU, Y. *et al.* Water bodies' mapping from Sentinel-2 imagery with modified normalized difference water index at 10-m spatial resolution produced by sharpening the SWIR band. **Remote Sensing**, v. 8, n. 4, 354, 2016.
- ESA – European Spatial Agency. **Copernicus Open Access Hub**. 2021. Disponível em: <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>. Acesso em: 28 nov. 2021.
- ESA – European Spatial Agency. **Sentinel Application Platform – SNAP**. Desktop implementation version 9.0.0. 2022. Disponível em: <https://step.esa.int/main/download/snap-download/>. Acesso em: 28 ago. 2022.
- GESSESSE, A. A.; MELESSE, A. M. Temporal relationships between time series CHIRPS-rainfall estimation and MODIS-NDVI satellite images in Amhara Region, Ethiopia. *In*: MELESSE, A. M.; ABTEW, W.; SENAY, G. (ed.). **Extreme hydrology and climate variability**. Elsevier, 2019. p. 81-92.
- GODOY, P. R. T.; BRAY, S. C. Considerações sobre o espaço urbano no Brasil. *In*: GERARDI, L. H. de O. (org.). **Ambientes: Estudos da geografia**. Rio Claro: UNESP, 2003. p. 185-200.
- HIRATA, A. C. S.; GOLLA, A. R.; HESPANHO, R. A. M. Caracterização da horticultura como uma estratégia de agricultura urbana em presidente Prudente, estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 40, n. 1, p. 34-43, jan. 2010.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Bases cartográficas contínuas – Brasil, 2021**. 2021. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html?caminho=cartas_e_mapas/bases_cartograficas_continuas/bc250/versao2021/. Acesso em: 10 jun. 2022.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**. 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=4&uf=00>. Acesso em: 10 jun. 2022.
- LACERDA FILHO, J. V. *et al.* **Mapa Geológico do Estado de Mato Grosso do Sul** - (escala 1:1.000.000). São Paulo, 2006.
- LIMA, G. F. C. A institucionalização das políticas e da gestão ambiental no Brasil: Avanços, obstáculos e contradições. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 23, p. 121-132, jan./jun. 2011.
- MACHADO, S. F.; CHAVES, V. C.; FONSECA FILHO, R. E. Gestão de áreas protegidas: os conselhos gestores das unidades de conservação municipais de Ouro Preto/MG. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 7, n. 3, p. 650-678, jul/set. 2018.

- MADALENO, I. M. Políticas de apoio à agricultura urbana em Lisboa e Presidente Prudente. **Revista de Agricultura Urbana**, n. 4, 2001.
- MapBiomias. **Superfície de água no Brasil reduz 15% desde o início dos anos 90**. 2021. Disponível em: <https://mapbiomas.org/superficie-de-agua-no-brasil-reduz-15-desde-o-inicio-dos-anos-90>. Acesso em: 10 jun. 2022.
- MOORE, D. *et al.* Soil attribute prediction using terrain analysis. **Soil Science Society of America Journal**, v. 57, n. 2, p. 443-452, mar. 1993.
- MOORE, I. D.; GRAYSON, R. B.; LADSON, A. R. Digital terrain modelling: A review of hydrological, geomorphological, and biological applications. **Hydrological Processes**, v. 5, n. 1, p. 1-30, 1991.
- MOORE, I. D.; NIEBER, J. L. Landscape assessment of soil erosion and nonpoint source pollution. **Journal of the Minnesota Academy of Science**, v. 55, n. 1, p. 18-25, 1989.
- NOBLE, I. R. Attributes of invaders and the invading process: Terrestrial and vascular plants. *In*: DRAKE, J. A. *et al.* (ed.). **Biological Invasions: A global perspective** New York: Willey. 1989. p. 301-313.
- PELOGGIA, A. U. G. Conceitos fundamentais da análise de terrenos antropogênicos: O estudo da agência geológico-geomorfológica humana e de seus registros. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v. 40, n. 1, p. 1-17, 2019.
- PICKARD, B. R.; VAN BERKEL, D.; PETRASOVA, A.; MEENTEMEYER, R. K. Forecasts of urbanization scenarios reveal trade-offs between landscape change and ecosystem services. **Landscape Ecology**, 32, n. 3, p. 617-634, 2017.
- PIKE, R. Machine visualization of synoptic topography by digital image processing. **US Geological Survey Bulletin**, 1992. Disponível: https://pubs.usgs.gov/bul/b2016/chapb/ch_b.html. Acesso em: 10 jan. 2022.
- PLANURB – Agência Municipal de Meio Ambiente e Planejamento Urbano. **Revisão e atualização da Carta Geotécnica de Campo Grande**. PLANURB, 2020.
- PLANURB – Agência Municipal de Meio Ambiente e Planejamento Urbano. **Plano de Manejo Área de Proteção Ambiental dos mananciais do Córrego Lajeado – APA Lajeado**. 1ª revisão. Campo Grande: PLANURB, 2022. 152 p. Disponível em: <https://prefcg-repositorio.campogrande.ms.gov.br/wp-cdn/uploads/sites/18/2022/09/pmlajeado-finalaprovado-prefcg-1663347574.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2022.
- POLETO, C.; LAURENTI, A. Sedimentos urbanos e corpos d'água. *In*: POLETO, C. (org.). **Ambiente e sedimentos**. Porto Alegre: ABRH, 2008. p. 110-48.
- REJMÁNEK, M. Species richness and resistance to invasions. *In*: ORIAN, G.; DIRZO, R.; CUSHMAN, J. H. (ed.). **Biodiversity and ecosystem processes in tropical forests**. New York: Springer, 1996. p. 153-172.

- ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. 7. ed. Uberlândia: EDUFU, 2009. ok
- ROSS, J. L. S.; FIERZ, M. S. M.; NEPOMUCENO, P. L. M.; MELO, M. A. Macroformas do relevo da América do Sul. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 38, p. 58-69, 2019.
- SEMADUR – Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano. **Arquivos vetoriais**. 2020. Disponível em: <http://www.campogrande.ms.gov.br/semadur/arquivos-vetoriais-de-campo-grande/>. Acesso em: 23 jan. 2020.
- SILVA, P. J. **Vazios urbanos e a dinâmica imobiliária na produção do espaço em Natal / RN**. 2015. 114 f. Dissertação (Mestrado em Estudos Urbanos e Regionais) – Programa de Pós-Graduação em Estudos Urbanos e Regionais, Departamento de Políticas Públicas, Universidade federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.
- SMITH, M. J.; CLARK, C. D. Methods for the visualization of digital elevation models for landform mapping. **Earth Surface Processes and Landforms**, v. 30, n. 7, p. 885-900, jul. 2005.
- TANNER, E. P.; FUHLENDORF, S. D. Impact of an agri-environmental scheme on landscape patterns. **Ecological Indicators**, v. 85, p. 956-965, 2018.
- TUCCI, C. E. M. Plano diretor de drenagem urbana: Princípios e concepção. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 2, n. 2, p. 5-12, jul./dez. 1997.
- VAN DEN EECKHAUT, M. *et al.* The effectiveness of hillshade maps and expert knowledge in mapping old deep-seated landslides. **Geomorphology**, v. 67, n. 3-4, p. 351-363, apr. 2005.
- WANG, J. *et al.* A multiscale analysis of urbanization effects on ecosystem services supply in an urban megaregion. **Science of the Total Environment**, v. 662, p. 824-833, apr. 2019.
- WECHSLER, S. P. Uncertainties associated with digital elevation models for hydrologic applications: A review. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 11, n. 4, p. 1481-1500, 2007.

Contribuições de autoria:

Viviane Capoane: Concepção, Curadoria de dados, Análise formal, Investigação, Escrita – preparação do esboço original e revisão.

Melina Fushimi: Análise formal, Investigação, Escrita – revisão.

Editor do artigo:

Danubia Caporusso Bargas

Recebido em: 09 set. 2022

Aprovado em: 28 jul. 2023