



ALTERAÇÕES HIDROGEOMORFOLÓGICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO CLEÓPATRA, MARINGÁ/PR: UMA ANÁLISE CARTOGRÁFICA EVOLUTIVA

Ana Livia Braido de Sousa ¹

Juliana de Paula Silva ²

Larissa Cristina Menegassi ³

RESUMO

O estudo analisou as alterações hidrogeomorfológicas ocorridas ao longo de 40 anos na Bacia Hidrográfica do Córrego Cleópatra, em Maringá/PR, com foco em um canal de primeira ordem, o Córrego "Sem Nome". Utilizando cartas topográficas de 1977 e dados LiDAR de 2017, foram gerados Modelos Digitais do Terreno (MDTs) e aplicadas técnicas de geoprocessamento para identificar e quantificar processos de erosão e deposição. A análise multitemporal foi realizada por meio da subtração altimétrica dos MDTs, resultando em perfis diferenciais ao longo de quatro transectos do canal. Os resultados indicam predominância de deposição nos setores montante e intermediário, especialmente situados em áreas de baixa declividade, sugerindo influência de aterros e mudança do uso da terra nas áreas de captação, gerando entulhamento das nascentes e redução na capacidade de escoamento. Os resultados também constatarem maior complexidade morfodinâmica, com indícios de cortes de terra, aplainamentos e remodelamentos antrópicos. Foram observadas formas de vertente escalonada e topos aplainados, características de modificações humanas diretas. A pesquisa destaca a importância da cartografia evolutiva integrada a tecnologias geoespaciais de alta resolução para monitorar as transformações do relevo em áreas urbanas. Os resultados reforçam a necessidade de uma gestão territorial mais consciente, voltada à mitigação dos impactos antrópicos nos sistemas hidrogeomorfológicos.

INTRODUÇÃO

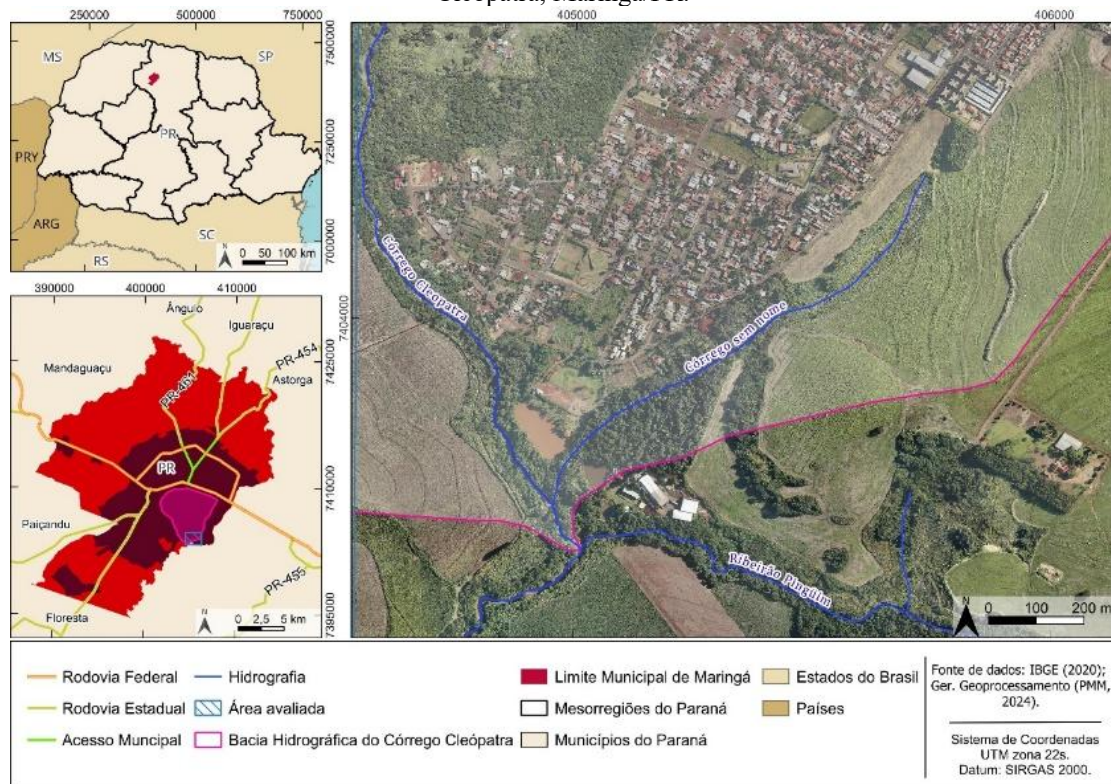
O presente estudo teve como objetivo avaliar as alterações nas nascentes e nos rios de primeira ordem no baixo curso da Bacia Hidrográfica do Córrego Cleópatra, situada no município de Maringá/PR, correlacionando essas mudanças com o uso e ocupação do solo em um intervalo de 40 anos de evolução do processo de urbanização. A análise concentra-se especificamente no canal de primeira ordem denominado Córrego "Sem Nome" que possui 1,13 km de extensão e regime hídrico intermitente, e deságua no Córrego Cleópatra (Figura 1). Nela buscamos compreender como as transformações antrópicas no entorno afetaram sua morfologia e dinâmica hidrogeomorfológica.

¹Mestranda do Curso de Geografia da Universidade Estadual de Maringá - UEM, analiviabraido7@gmail.com;

² Docente do Curso de Geografia da Universidade Estadual de Maringá - UEM, jpsilva@uem.br;

³ Mestranda do Curso de Geografia da Universidade Estadual de Maringá - UEM, lcmenegassi@gmail.com;

Figura 1. Localização do Córrego “Sem Nome” no contexto da Bacia Hidrográfica do Córrego Cleópatra, Maringá/PR.



O estudo de caso foi fundamentado nos referenciais da geomorfologia do Antropoceno, também denominada antropogeomorfologia. De acordo com (CHRISTOFOLETTI, 1980), a geomorfologia constitui a ciência que estuda as formas de relevo, as quais configuram a paisagem como expressão espacial de uma superfície. Essas formas resultam de ações contínuas que modelam o relevo, podendo ser provocadas por forças endógenas e exógenas.

Nessa perspectiva, a antropogeomorfologia permitiu compreender o recente processo de urbanização no qual o ser humano atua como agente ativo de modelagem do relevo (RODRIGUES, 2005). Conforme RODRIGUES (2005, p. 101), a ação antrópica sobre o relevo pode “modificar propriedades e localização dos materiais superficiais; interferir em vetores, taxas e balanços dos processos e gerar, de forma direta e indireta, outra morfologia, aqui denominada de morfologia antropogênica.”

JAMES et al (2012) destacam a importância das reconstruções históricas para compreender as transformações geomorfológicas ao longo do tempo, especialmente quando combinados com tecnologias modernas, como *Light Detection And Ranging* -



LiDAR e imagens de satélite. As reconstruções históricas permitem identificar mudanças no curso dos rios, processos de erosão e sedimentação, além de fornecer um contexto para avaliar a magnitude e a dinâmica de tais mudanças. Apesar das limitações e possíveis erros nos dados antigos, essas reconstruções oferecem embasamento para a compreensão mais profunda das transformações ambientais, subsidiando a tomada de decisões de manejo de recursos naturais e infraestrutura. Além disso, a integração de múltiplas fontes de dados históricos aumenta a precisão das análises, possibilitando estimativas de taxas de mudança e compreensão dos processos de longo prazo.

Adotou-se, neste trabalho, a cartografia evolutiva como instrumento metodológico para reconhecer os diferentes graus de perturbação do meio físico ao longo do tempo, superando a concepção tradicional de que a geomorfologia se restringe aos processos naturais. Para tanto, foram utilizadas cartas topográficas de 1977 na escala 1:2.000, e dados LiDAR de 2017 com resolução espacial de 0,10 metros, permitindo uma análise comparativa de alta precisão das transformações ocorridas no período de quatro décadas. Essa abordagem multitemporal e multiescalar possibilitou a integração de dados históricos e contemporâneos para uma compreensão abrangente das dinâmicas geomorfológicas na área de estudo.

MATERIAIS E MÉTODOS

As cartas topográficas impressas, elaboradas a partir de aerolevantamento em 1977 (escala 1:2.000), foram digitalizadas em alta resolução para uso em ambiente SIG. A extração das feições foi automatizada por meio da função `medial_axis` da biblioteca Scikit-image (utilizando linguagem de programação Python), após inversão dos valores binários da imagem, o que permitiu gerar o esqueleto das curvas de nível. O georreferenciamento foi aplicado após a extração do skeleton para evitar distorções e preservar a integridade dos dados binários. Isso garantiu que a topologia das feições fosse mantida, fundamental para a etapa de vetorização.

Com o skeleton vetorizado, foi realizada uma filtragem manual para selecionar apenas curvas de nível e rede hidrográfica. Foram atribuídos valores altimétricos conforme as informações das cartas, garantindo fidelidade ao levantamento original. Devido à complexidade e sobreposição das feições cartográficas, o processo de



refinamento exigiu análise visual criteriosa, sendo aplicada a uma área do baixo curso da bacia para assegurar qualidade e precisão dos dados.

A interpolação altimétrica das curvas de nível foi realizada via método TIN no QGIS, gerando o MDT de 1977. Para 2017, foi utilizado um MDT LiDAR já existente, com alta resolução espacial e compatibilidade cartográfica. Quatro perfis transversais foram traçados em pontos estratégicos do Córrego “Sem Nome”, abrangendo diferentes posições na bacia (jusante, intermediário, montante e nascente). Os mesmos foram extraídos nos dois MDTs para comparação multitemporal.

A subtração dos MDTs (2017–1977) foi realizada por meio da Calculadora Raster no QGIS, gerando um Modelo de Diferença de Elevação (DoD), o qual permitiu identificar áreas de deposição (ganho altimétrico) e erosão (perda altimétrica). Os resultados foram analisados a partir de perfis altimétricos diferenciais, permitindo quantificar as mudanças geomorfológicas ao longo de quatro décadas.

Foi realizado um trabalho de campo no dia 18 de julho de 2025, com o objetivo de complementar e validar as análises realizadas em ambiente SIG. A visita técnica permitiu observar as condições atuais do canal do Córrego “Sem Nome” e suas margens, verificar indícios de processos erosivos e deposicionais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta registros fotográficos de quatro locais distintos ao longo do Córrego “Sem Nome”, obtidos em trabalho de campo realizado no dia 18 de julho de 2025. A imagem (2A) mostra um trecho a montante do canal, onde se observa um fragmento florestal parcialmente preservado, indicando menor interferência antrópica na vegetação de fundo de vale. No registro (2B), foi identificado um setor com o leito de drenagem seco e obstruído por toras de madeira, o que sugere intervenção humana e possível comprometimento do escoamento superficial. A imagem (2C) evidencia um trecho do canal sem cobertura florestal significativa, indicando área degradada, com solo exposto e vegetação composta de herbáceas invasoras, o que pode intensificar processos erosivos. Por fim, o registro (2D) corresponde a um ponto a jusante, onde o córrego atravessa uma ponte, configurando um trecho canalizado sob infraestrutura viária.

Figura 2 – Vista a montante do canal com cobertura arborea (A). Vista para o leito seco do canal nota-se a obstrução do trecho de drenagem (B). Trecho de canal em área degradada (C). Trecho do Córrego situado entre a ponte a jusante do canal (D).

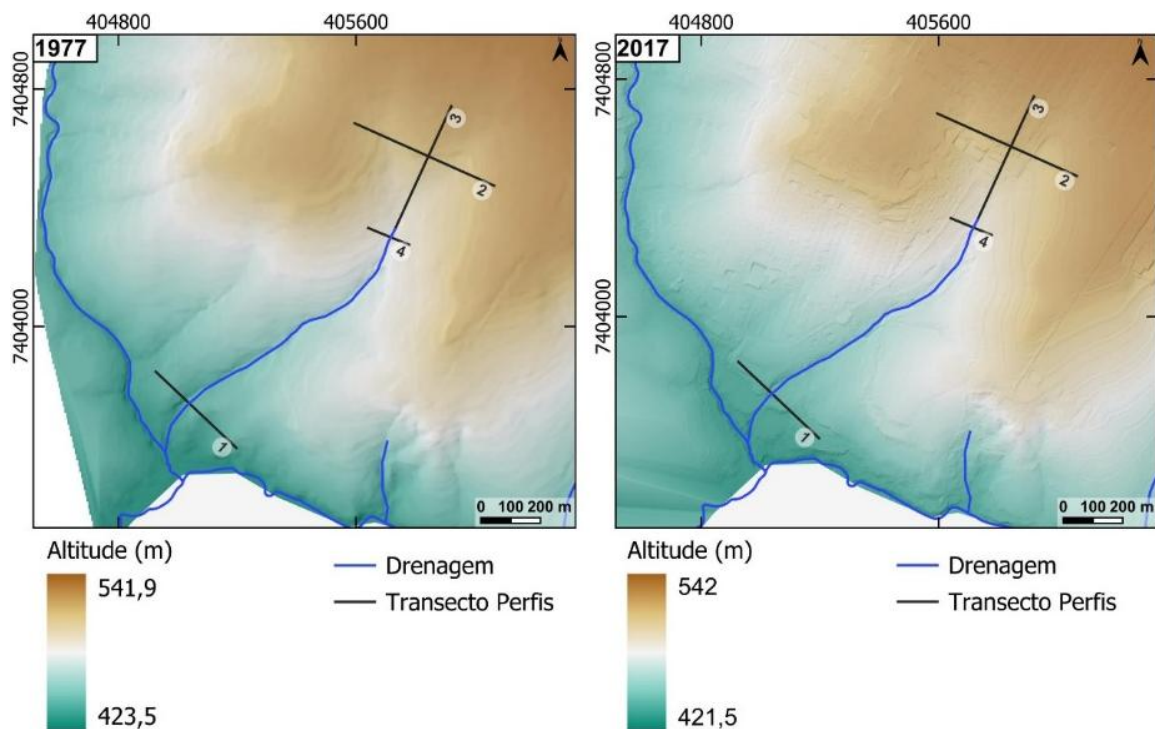


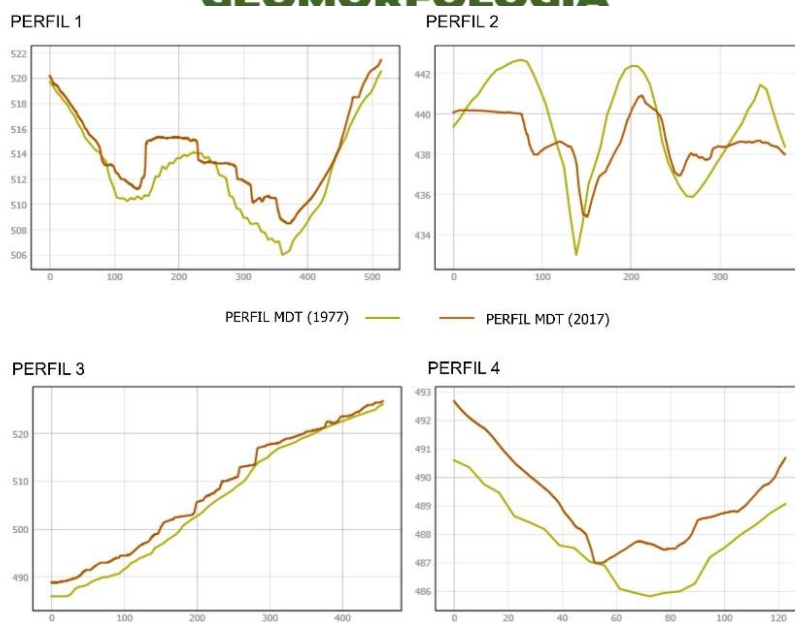
Fonte: Autora (2025).

A figura 3 apresenta a comparação entre dois Modelos Digitais de Terreno (MDTs), elaborados a partir de dados topográficos referentes aos anos de 1977 e 2017, com o objetivo de identificar e interpretar as mudanças morfológicas ocorridas ao longo de um intervalo de 40 anos. Os mapas representam a distribuição espacial da altitude nos dois períodos analisados, destacando-se a rede de drenagem e os locais de corte dos perfis topográficos (transectos) indicados numericamente. Os gráficos apresentam os perfis longitudinais extraídos das seções transversais (Perfis 1 a 4), com as curvas altimétricas de 1977 (em sépia) e de 2017 (em marrom).

A análise dos perfis revela mudanças morfodinâmicas ao longo do tempo.

Figura 3 – Evolução Morfológica com Base em MDTs e Perfis Transversais (1977 e 2017).





Elaboração: Autora (2025).

O Perfil 1, localizado a jusante do Córrego “Sem Nome”, evidencia predominância de processos deposicionais entre 1977 e 2017, com aumento altimétrico expressivo entre 100 m e 420 m — especialmente entre 300 m e 420 m, onde os depósitos ultrapassam 5 metros. No início do perfil (até 100 m), foram observados sinais leves de erosão. Entre 150 m e 220 m, destaca-se o aplainamento do topo da vertente em 2017, contrastando com o formato convexo de 1977, sugerindo cortes artificiais no relevo. Já entre 200 m e 380 m, a presença de formas escalonadas indica remodelamento antrópico da encosta, como terraceamentos e movimentações de solo.

O Perfil 2, situado a montante do Córrego “Sem Nome”, apresenta uma dinâmica altimétrica heterogênea entre 1977 e 2017, marcada por oscilações entre elevações e depressões, sem indicar um padrão contínuo de deposição. No início do perfil, observa-se um leve aplainamento em 2017, sugerindo intervenções antrópicas. Entre 100 m e 200 m, um vale profundo existente em 1977 foi suavizado, possivelmente por aterros ou movimentações de solo. Após 200 m, o relevo ondulado de 1977 também foi regularizado em 2017, sugerindo terraplenagens ou estabilizações. No geral, o perfil revela uma morfologia menos estável, com fortes sinais de modificações humanas na forma original do terreno.

O Perfil 3 apresenta um padrão mais homogêneo de elevação ao longo da seção. Nota-se que os valores de altitude do MDT de 2017 são consistentemente superiores aos de 1977. Isso pode ser interpretado como resultado de processos de deposição contínua,

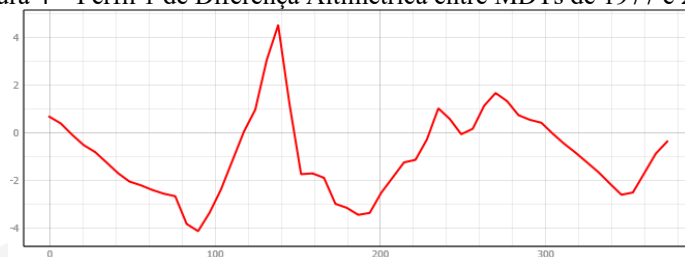
tais como coluvionamento, ou mesmo ações antrópicas, como aterros ou nivelamento de encostas. A suavização da inclinação ao longo do perfil também sugere uma possível intervenção no terreno, com o objetivo de estabilização.

Por fim, no Perfil 4 observa-se um aprofundamento acentuado do vale na comparação entre os dois períodos. O MDT de 2017 apresenta altitudes mais baixas na porção central, caracterizando uma incisão fluvial significativa. Esse tipo de alteração é típico de áreas sujeitas a concentração de escoamento e processos de erosão, e pode estar associado a mudanças no regime hidrológico, no uso do solo, ou à remoção de vegetação de fundo de vale.

As Figuras 4, 5, 6 e 7 apresentam uma análise detalhada dos processos de erosão e deposição em quatro perfis transversais ao longo do trecho estudado do rio, permitindo visualizar as transformações ocorridas no relevo do leito e das margens entre os anos de 1977 e 2017. Cada perfil representa um recorte específico do canal fluvial, onde é possível observar, de forma quantificada, os pontos que sofreram rebaixamento (erosão) ou elevação (deposição) ao longo do tempo.

No Perfil 1 (Figura 4), em relação à deposição, a média foi de +1,14 m, com valores entre +0,03 m e +4,52 m. A mediana de +0,85 m revela que a maior parte dos depósitos é de baixa magnitude, embora haja ocorrências pontuais de acúmulo mais expressivo, possivelmente associadas a represamentos naturais ou obstruções no canal. O desvio padrão de 1,11 m e o IQR de 0,77 m sugerem que os eventos de deposição foram espacialmente mais concentrados do que os de erosão. Quanto aos processos erosivos, a análise estatística indica um predomínio de rebaixamento, com média de -1,83 metros e valores variando entre -4,15 m e -0,05 m. A mediana de -1,75 m aponta que mais da metade dos valores está concentrada entre -1 e -2 metros, caracterizando uma erosão moderada na maior parte da seção. A dispersão dos dados é notável, com desvio padrão populacional de 1,08 m e intervalo interquartil (IQR) de 1,54 m, indicando variabilidade considerável na perda de material.

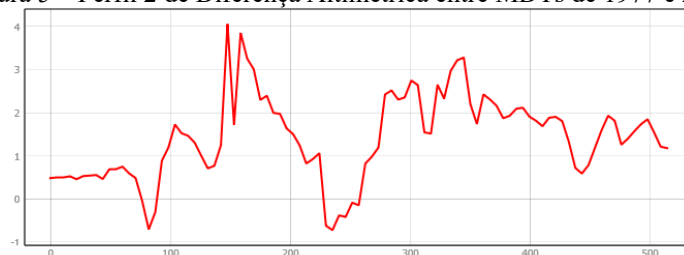
Figura 4 – Perfil 1 de Diferença Altimétrica entre MDTs de 1977 e 2017.



Elaboração: Autora (2025).

O Perfil 2 (Figura 5) apresenta um cenário distinto, com erosão superficial de baixa magnitude e pouco frequente. A média de rebaixamento foi de -0,38 m, com valores entre -0,72 m e -0,04 m. A mediana idêntica à média reforça uma distribuição simétrica, enquanto o intervalo de 0,68 m e o IQR de 0,47 m indicam baixa variabilidade. O desvio padrão populacional de 0,25 m confirma a homogeneidade dos valores de erosão. Assim, embora presentes, os processos de erosão nesse perfil foram esparsos e com pouca relevância geomorfológica.

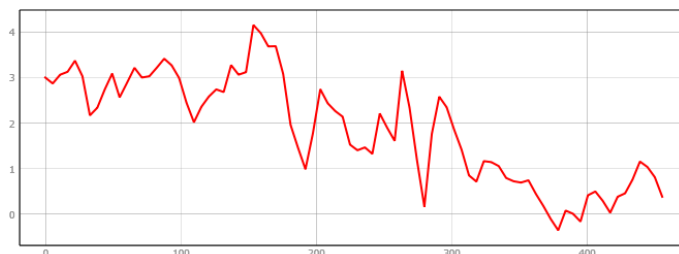
Figura 5 – Perfil 2 de Diferença Altimétrica entre MDTs de 1977 e 2017.



Elaboração: Autora (2025).

No Perfil 3 (Figura 6), os dados mostram rebaixamentos pontuais e sutis, com média de -0,21 m e mediana de -0,16 m. Os valores variaram entre -0,35 m e -0,11 m, com um intervalo total de 0,25 m e desvio padrão populacional de 0,11 m, indicando baixa significância e ocorrência localizada, possivelmente relacionada a ajustes naturais de micro relevo. Em contraste, os dados de deposição mostram transformações marcantes: 81 registros positivos, com média de +1,95 m e mediana de +2,14 m. Os valores variaram de +0,01 m a +4,15 m, e o IQR de 2,01 m, aliado ao desvio padrão de 1,11 m, evidencia grande variação espacial no acúmulo de sedimentos, caracterizando esse setor como uma área de deposição expressiva.

Figura 6 – Perfil 3 de Diferença Altimétrica entre MDTs de 1977 e 2017.



Elaboração: Autoras (2025).

Por fim, o Perfil 4 (Figura 7) apresenta um comportamento exclusivamente deposicional, sem registros de erosão ao longo da seção. Foram identificados 28 pontos com ganho altimétrico, com média de +1,48 m e mediana de +1,52 m, o que sugere uma distribuição simétrica e estável dos dados. Os valores oscilaram entre +0,68 m e +3,03 m,

com intervalo total de 2,35 m e IQR de 0,65 m, indicando que, embora a deposição seja constante ao longo do perfil, sua intensidade varia entre os trechos. Esse padrão evidencia que o Perfil 4 atua como uma zona de acúmulo sedimentar, possivelmente associada a condições de baixa declividade, redução da energia fluvial ou obstruções que favorecem a sedimentação.

Figura 7 – Perfil 4 de Diferença Altimétrica entre MDTs de 1977 e 2017.



Elaboração: Autora (2025).

Com base nos resultados obtidos nos quatro perfis analisados, é possível concluir que o trecho estudado do rio apresenta uma dinâmica morfodinâmica heterogênea, refletindo diferentes intensidades e distribuições espaciais dos processos de erosão e deposição ao longo do tempo, os processos de deposição se destacam como predominantes na maioria dos perfis, especialmente nos Perfis 3 e 4.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo analisou as alterações hidrogeomorfológicas ao longo de 40 anos na Bacia do Córrego Cleópatra, com foco no Córrego “Sem Nome”, um canal de primeira ordem. A comparação entre MDTs de 1977 (cartografia) e 2017 (LiDAR) permitiu identificar processos de erosão e deposição, além de inferir intervenções antrópicas que alteraram a morfologia do canal e suas vertentes.

Os resultados mostraram predominância de deposição nos Perfis 3 e 4, situados em áreas de menor declividade, enquanto os Perfis 1 e 2 apresentaram maior complexidade, com sinais de cortes de terra, nivelamentos e alternância entre erosão e acúmulo. A presença de formas escalonadas e topos aplainados sugere forte influência humana nas modificações observadas.

Outros estudos como o de ANDUALEM et al (2024) ressaltam que o uso de dados de alta resolução, como imagens aéreas e modelos digitais de elevação (DEM) derivados de LiDAR, foi fundamental para monitorar as mudanças morfológicas do canal de Dry Creek, South Australia, Australia) ao longo do tempo. O autor destacou que intervenções



humanas, como urbanização e infraestrutura, influenciaram significativamente a forma e dimensão do rio, provocando aumentos na largura do canal, migração do centro do leito, além de processos de deposição e erosão. Essas mudanças impactam a capacidade de carga do rio, potencializando riscos de cheias e agravando problemas de sedimentação.

O presente trabalho é mais uma aplicação que evidencia a eficácia da análise multitemporal com apoio de dados históricos e tecnologias geoespaciais de alta resolução para monitorar as transformações do relevo em áreas urbanas, destacando a importância dessa abordagem para a gestão territorial e ambiental.

Palavras-chave: Antropogeomorfologia; Cartografia evolutiva; Dados LiDAR.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo auxílio financeiro e bolsa de estudo para o desenvolvimento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ANDUALEM, Tesfa Gebrie; PETERS, Stefan; HEWA, Guna A.; MYERS, Baden R.; BOLAND, John; PEZZANITI, David. Channel morphological change monitoring using high-resolution LiDAR-derived DEM and multi-temporal imageries. *Science of the Total Environment*, Amsterdam, v. 921, p. 171104, 2024. DOI:10.1016/j.scitotenv.2024.171104.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. *Geomorfologia*. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980. 187 p.

JAMES, L. A.; AALTO, R.; SINGER, M.; GOSHAL, S.; MCDANIEL, G.; DE MAURO, C. Importance of historical reconstructions. *Geomorphology*, v. 137, p. 181-198, 2012. DOI: 10.1016/j.geomorph.2012.08.014.

RODRIGUES, Cleide. Morfologia original e morfologia antrópica na definição de unidades espaciais de planejamento urbano: exemplo na metrópole paulista. *Revista do Departamento de Geografia*, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 101-111, 2005.