

## O uso da terra e a sua relação com os processos erosivos lineares em área de relevo cuestiforme na alta bacia do Rio Cabeça (SP)

Bonzanini, H.L. (UNESP - RC) ; Lupinacci, C.M. (UNESP - RC)

### RESUMO

A erosão dos solos é compreendida como um processo natural, porém, nas últimas décadas, diferentes estudos ao longo do globo demonstram a interferência antrópica está ocasionando processos de degradação ambiental. Desta forma, o objetivo deste trabalho é de analisar a distribuição espacial das formas de uso da terra e de sua relação com as feições erosivas mapeadas no cenário de 2022, em área com a presença de relevo cuestiforme, localizada nos municípios de Itirapina e Corumbataí, no interior do estado de São Paulo. Os mapeamentos geomorfológico e de uso da terra permitiram identificar feições erosivas lineares em áreas de pasto e de feições que indicam erosão laminar em áreas de cana. Desta maneira, a metodologia empregada permitiu identificar, os principais processos erosivos vinculados ao uso da terra, permitindo a aplicação de medidas de contenção adequadas a realidade das pastagens e das áreas de cana-de-açúcar.

### PALAVRAS CHAVES

*Erosão; Uso e ocupação da terra; Relevo de cuevas; Planejamento ambiental; Pastagens degradadas*

### ABSTRACT

Soil erosion is understood as a natural process, but in recent decades, different studies across the globe have demonstrated that anthropic interference is causing processes of environmental degradation. Thus, the objective of this work is to analyze the spatial distribution of land use forms and their relationship with the erosive features mapped in the 2022 scenario, in an area with the presence of cuesta relief, located in the municipalities of Itirapina and Corumbataí, in São Paulo state. Geomorphological and land use mappings allowed the identification of linear erosive features in pasture areas and features that indicate laminar erosion in sugarcane areas. In this way, the methodology used allowed to identify the main erosive processes linked to land use, allowing the application of containment measures appropriate to the reality of pastures and sugarcane areas.

### INTRODUÇÃO

De acontecimento natural, a erosão dos solos é um processo que pode ocorrer sem a interferência antrópica (ROSS, 1995). No entanto, ações antrópicas no modelo terrestre tem causado cada vez mais o rompimento do estado de equilíbrio natural, que por vezes pode ocasionar em aumento nas taxas de erosão e de degradação ambiental, visualizados em diferentes localidades do globo (LAL, 1990; PEÑUELA et al., 2023). Inúmeros trabalhos realizados nas últimas décadas em todo o planeta constataram a capacidade da interferência humana em gerar ou potencializar a ocorrência de processos erosivos, das mais variadas magnitudes (DAEE, 1989; KERTZMAN et al., 1995; NOGUERAS et al., 2000; GRAB; DESCHAMPS, 2004; NYSSSEN et al., 2004; EMBRAPA, 2006; DESCROIX, et al., 2008; CABECAUER; HOFIERKA, 2008; COUTO JUNIOR et al., 2019; VANACKER et al., 2019; ZHANG et al., 2019). A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (2006) destaca que ações antrópicas como o desmatamento, atividades de aração, gradagem, calagem e adubação do solo para o plantio, assim como a redução da matéria orgânica, acabam por facilitar ações erosivas em camadas superficiais do solo. Ainda, o excesso de gado por área em uma pastagem pode gerar o processo de superpastejo, que com a ausência de práticas conservacionistas e por condições de fragilidades naturais do relevo, provocam o aumento do escoamento superficial em eventos chuvosos, podendo esse processo evoluir para erosões lineares, como as voçorocas (DAEE, 1989; EMBRAPA, 2006). Partindo de uma análise de trabalhos internacionais, Cabecauer e Hofierka (2008), ao estudarem uma região montanhosa na Eslováquia, constataram o aumento nas taxas de erosão em áreas naturais convertidas em áreas de produção agrícola, assim como para as localidades historicamente agricultáveis que passaram a utilizar métodos de intensificação da produção agrícola.

Na China, Zhang et al., (2019), ao estudarem a região dos planaltos de Loess, identificaram que a partir da instrumentalização da agricultura e da aração das terras de forma desordenada em localidades com grande declividade, conferiram o aumento dos processos erosivos que se encontravam controlados. Ao realizarem um levantamento global acerca de processos erosivos em áreas declivosas, Descroix et al., (2008), apontam como principal causa o manejo inadequado do uso da terra e dos solos, e em especial para as áreas de pastagem com excesso de gado (sobrepastoreio). Na Europa, no sul da França, Descroix e Gautier (2002), encontraram forte relação entre o sobrepastoreio e o manejo inadequado dos solos como potencializadores de processos erosivos, assim como identificado por Noguerras et al., (2000) na Espanha, e em inúmeros outros trabalhos realizados na região do mediterrâneo (DESCROIX et al., 2008). Ainda, a mesma problemática foi evidenciada no continente africano, pelos trabalhos desenvolvidos por Grab e Deschamps (2004) no Lesoto e pelo trabalho de Nyssen et al., (2004), desenvolvido na Etiópia. Em estudos realizados no Brasil, o efeito das atividades antrópicas na intensificação de processos erosivos também é observado. Vanacker et al., (2019), ao estudarem uma região declivosa no estado do Rio Grande do Sul, identificaram o aumento nas taxas de erosão em áreas de mata atlântica que sofreram com o desmatamento e conversão para pastagem e cultivo agrícola. Couto Junior et al., (2019), ao uma bacia no interior do estado de São Paulo, identificaram que o aumento de áreas de cultivo da cana-de-açúcar tem acelerado o processo de remoção das camadas superficiais do solo, causando excesso de sedimentos nos cursos d'água, acarretando impactos ambientais negativos. Desta forma, o objetivo deste trabalho é de analisar a distribuição espacial das formas de uso e ocupação da terra e de sua relação com as feições erosivas lineares mapeadas no canário de 2022, em área de nascentes do Rio Cabeça com a presença do relevo cuestiforme.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Elaboração da carta de uso e ocupação e do mapeamento geomorfológico de 2022 Para a elaboração do material cartográfico, os procedimentos foram realizados através do software ArcGis, na versão 10.5. Os dados referentes as curvas de nível foram obtidos através das cartas topográficas elaboradas pelo Instituto Geográfico e Cartográfico - IGC (1979), disponibilizadas através do site DataGeo - Sistema Ambiental Paulista. Ainda, para o mapeamento do uso e ocupação da terra e da carta geomorfológica de 2022, foram utilizadas imagens orbitais disponibilizadas pelo Google Earth para o ano de 2022, sendo estas processadas através do software Stereo PhotoMaker para a elaboração de anáglifos. A elaboração da carta de uso e ocupação da terra foi feita com base no manual técnico de uso da terra, desenvolvido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2013). Segundo o manual, o mapeamento do uso e ocupação da terra é um importante aliado do planejamento ambiental, permitindo a observação espacial dos diferentes usos econômicos e de áreas de preservação (IBGE, 2013). Para o IBGE (2013) a realização de um bom mapeamento de uso passa pela definição de quatro elementos fundamentais: a escala de mapeamento, a natureza da informação básica a ser representada, a unidade de mapeamento e a nomenclatura de cada elemento representado. Desta forma, para a elaboração do mapeamento de uso e ocupação da terra do cenário de 2022, foi tomada por base a proposta do IBGE (2013), junto aos critérios de fotointerpretação de Ceron e Diniz (1966). Desta forma, a partir da observação da imagem orbital de 2022, foram estabelecidas as seguintes classes: área construída, cana-de-açúcar, cultura anual, citricultura, lagos, pasto limpo, pasto sujo, silvicultura, solo exposto, vegetação arbustiva, vegetação de porte florestal e vegetação rasteira. A organização da legenda foi elaborada seguindo a proposta do IBGE (2013), assim como a definição das cores para cada classe de uso. Para a elaboração do mapeamento geomorfológico, foi utilizada como base as propostas de Tricart (1965) e de Verstappen e Zuidam (1975). A elaboração de um mapeamento geomorfológico permite a interpretação da relação entre a morfoestrutura e os agentes esculturadores do relevo, auxiliando no planejamento ambiental (TRICART, 1965; VERSTAPPEN; ZUIDAM, 1975). Com isso, após as etapas de elaboração do mapeamento geomorfológico, o material final apresenta as seguintes informações: morfometria, representada pelas curvas de nível e hidrografia; morfografia, mapeada pelos símbolos que evidenciam as formas de relevo (rupturas topográficas, formas de vertentes e de vales, feições erosivas e demais feições relacionadas) e; morfogênese, por meio do agrupamento dos símbolos que evidenciam os processos originários das formas (feições de origem denudativa, feições resultantes da ação das águas correntes e modelado antrópico). Já para a elaboração dos símbolos no ArcGis, foi

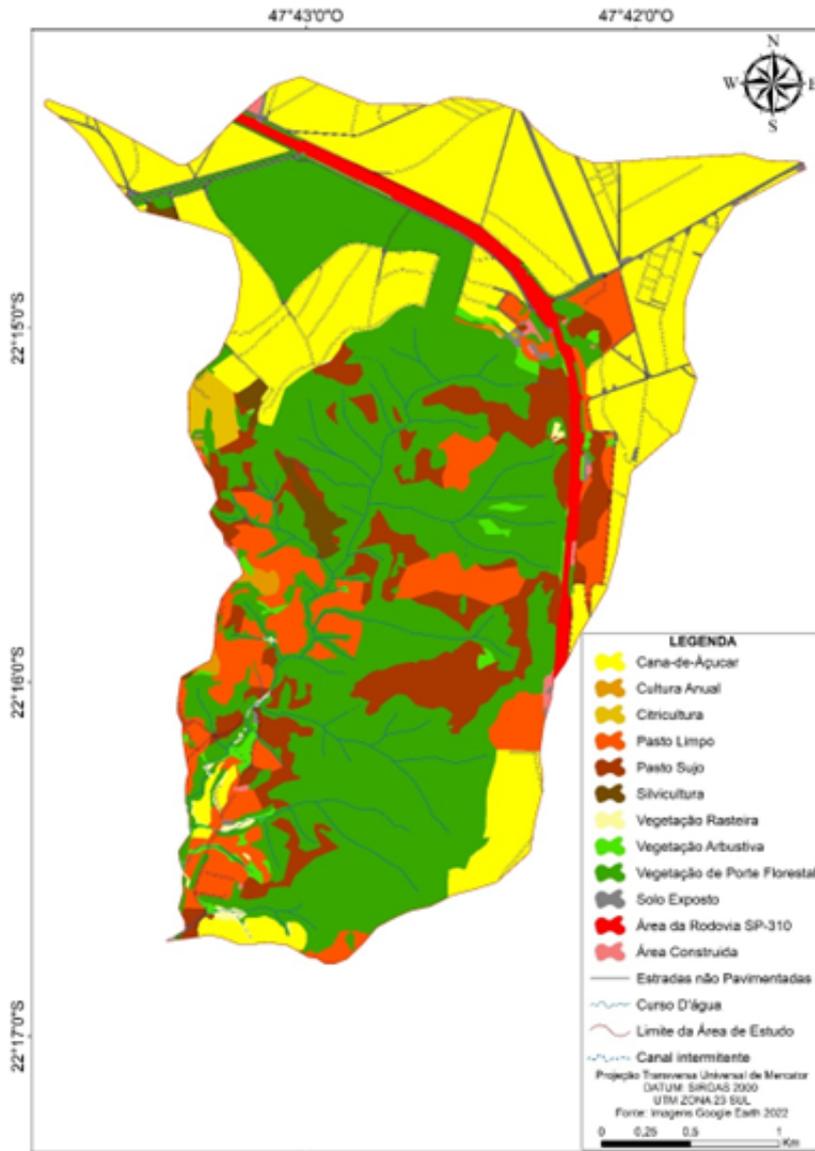
utilizado como referência as propostas originais de Tricart (1965) e de Verstappen e Zuidam (1975), com algumas adaptações propostas por Boin; Zanatta e Lupinacci (2014). Tratamento dos dados de feições erosivas por classe de uso da terra Nesta etapa do trabalho, foram quantificadas as feições erosivas lineares que ocorrem em cada uma das classes de uso e ocupação da terra. Os sulcos erosivos e as ravinas foram quantificados em números totais, enquanto a extensão do talude de voçoroca foi medida em metros. Desta maneira, calculou-se a porcentagem de feições erosivas que ocorrem em cada classe. Com esse valor, dividiu-se pelo valor total em porcentagem de cada classe de uso e ocupação, gerando um valor ponderado em função da dimensão da área ocupada pela classe. Os valores obtidos foram transformados em um índice que varia de 0 a 1, sendo o valor de 1 o que indica maior ocorrência de feições.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O uso e ocupação da terra na alta bacia do Rio Cabeça no ano de 2022, é dominado pelas áreas de vegetação de porte florestal, pastagens e de cana-de-açúcar (Figura 1). No total, a área de estudo possui 1029 hectares, sendo boa parte deste total ocupado pela classe de vegetação de porte florestal, atingindo 38,5% do total da área, seguida pelas áreas de plantio de cana-de-açúcar (27%), de pasto sujo (11,5%) e de pasto limpo (7,8%). Juntas, essas classes representam 85% do total da área de estudo, restando apenas 15% de área para as demais classes mapeadas. Representando a classe de uso da terra dominante na área de estudo, a cana-de-açúcar apresentou franca expansão em todo o interior do estado de São Paulo nas últimas décadas, conforme apontam Camara e Caldarelli (2016). Segundo os autores, entre o ano 2000 e 2013, a área plantada de cana-de-açúcar no estado saltou de 2,48 milhões de hectares para 5,45 milhões, totalizando uma produção bruta em 434 milhões de toneladas e representando 66,6% do total de área plantada no estado para o ano de 2013. Desta maneira, Camara e Caldarelli (2016) evidenciam a importância econômica do cultivo de cana-de-açúcar para os municípios do interior do estado de São Paulo. No entanto, é observado que boa parte das áreas de expansão do cultivo de cana é estabelecida sob conflito com outros usos econômicos, principalmente com áreas de pastagens e de lavouras temporárias e permanentes, causando uma perda real da área destinada a produção de alimentos (CAMARA, CALDERALLI, 2016). Ao se priorizar a cultura da cana-de-açúcar, destinada a produção de açúcar e de etanol, além de diminuir a área destinada para a produção de alimentos, pode-se potencializar os processos de degradação ambiental. O processo de produção da cana-de-açúcar possui características que contribuem para o aumento de alguns processos erosivos. Ao se converter áreas de pastagens, de culturas anuais/temporárias para a produção de cana, o processo de revolvimento das camadas superiores do solo através do arado, promove a desconfiguração das camadas pedológicas, tornando-as mais friáveis e com potencial maior para a perda de material (VANACKER et al., 2019). Desta forma, em um evento pluviométrico, ocorre a remoção das camadas superficiais do solo, através de processos erosivos laminares, desencadeando a perda de fertilidade do solo e no excesso de sedimentos disponibilizados ao sistema hídrico (ZHANG et al., 2019). Este problema pode ser potencializado em regiões declivosas, como em áreas de relevo cuestasiforme (ZHANG et al., 2019). Couto Junior et al., (2019), ao estudarem a bacia do Rio Cachoeirinha no interior do estado de São Paulo, destacaram que no processo de plantio da cana-de-açúcar e nos períodos de entre safra, quando o solo fica exposto, ocorre a remoção das camadas superficiais do solo, tendo como consequência o transporte em excesso de sedimentos aos cursos d'água, causando processos de assoreamentos de rios e de nascentes. O uso da terra para pastagem, representando o segundo uso econômico com mais área ocupada no setor estudado, é dividido pelo mapeamento em pasto limpo e pasto sujo. O pasto limpo (7,8%) é demarcado por áreas de pastagens com pouca vegetação invasora, predominando as gramíneas, alimento típico destinado ao gado, demonstrando um maior nível de cuidado e de preocupação com por parte dos proprietários com a invasão de espécies vegetais invasoras. Já as áreas de pasto sujo (11,5%), indicam áreas de pastagens com a presença de outras espécies, como arbustos e vegetação de porte florestal, indicando um manejo mais precário por parte dos proprietários. O uso da terra destinado a pastagem, quando ocorre com a falta de planejamento prévio, pode desencadear a ocorrência de processos de degradação ambiental, especialmente em áreas declivosas como no relevo de cuestas do interior do estado de São Paulo. Em áreas de pastagem do interior do estado, é observado um alto índice de feições erosivas, principalmente da ocorrência de voçorocamentos, uma vez que as áreas próximas ao

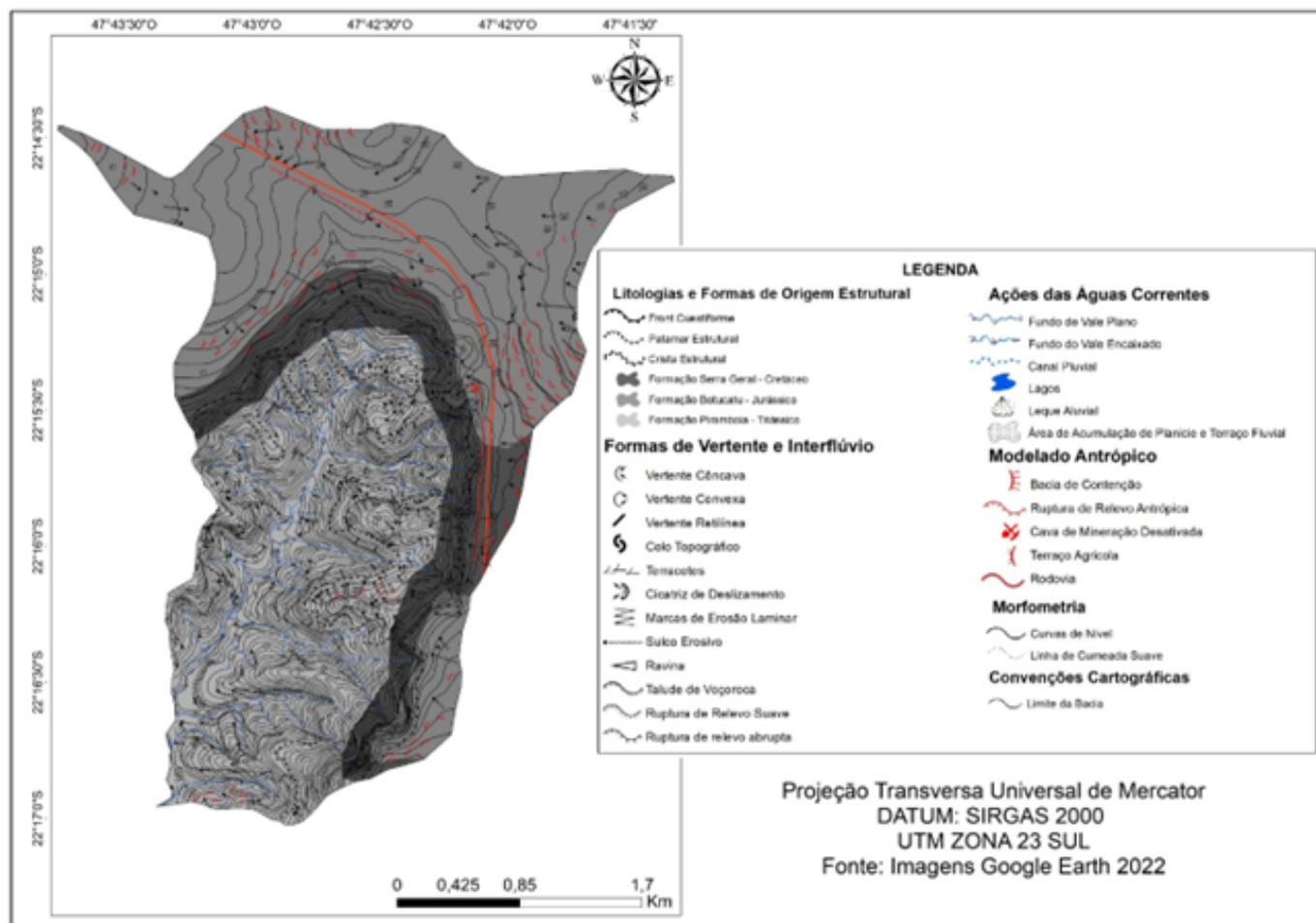
relevo de cuestas merecem maiores cuidados, já que possuem uma fragilidade natural a ocorrência de processos erosivos, sendo esta potencializada a partir do desmatamento (KERZTMAN et al., 1995; PINTON; CUNHA, 2009; STEFANUTO, 2019). Desta maneira, através do mapeamento geomorfológico do cenário de 2022 (Figura 2), foi possível a identificação dos processos erosivos lineares ao longo da área de estudo. De forma geral, foram mapeados 195 sulcos erosivos, 19 ravinas e 126 metros de extensão de taludes de voçoroca para o cenário. Desta maneira, se tratando de erosão linear, constatou-se uma concentração de sulcos erosivos que atingiu 33,8% no pasto sujo, 38% no pasto limpo e 21% em áreas de cana-de-açúcar. Já as ravinas, 52,6% das feições estão em área de pasto limpo e 26,3% em área de pasto sujo, com as áreas de cana-de-açúcar não apresentando nenhuma feição deste tipo. Ainda, os taludes de voçorocas se concentram totalmente em áreas de pastagem, com 9,6% destes em pasto sujo e 90,4% em área de pasto limpo, não ocorrendo em áreas de cana-de-açúcar ou em algum outro uso da terra. Já para as feições que indicam a ocorrência de erosão laminar, foram mapeadas 41 ocorrências destas ao longo de toda a bacia, sendo 25 encontradas em área de cana-de-açúcar, concentrando desta forma 61% deste tipo de feição. O restante das feições que indicam erosão laminar estão distribuídas nas demais classes. Desta maneira, ao se analisar as erosões a partir da relação de peso entre área ocupada pela classe de uso X quantidade de feição erosiva encontrada, obtém-se que a área de pasto limpo possui as maiores concentrações de erosões lineares por área, ficando com o peso 1 (que indica a maior concentração) para os sulcos, ravinas e voçorocas. No entanto, quando se trata de erosão laminar, a concentração é bem maior nas áreas de cana-de-açúcar, a saber: Pasto limpo = Sulco (1), ravina (1), Talude de voçoroca (1) e Marcas de erosão laminar (0,29); Pasto sujo = Sulco (0,59), ravina (0,33), Talude de voçoroca (0,006) e Marcas de erosão laminar (0,08); Cana-de-açúcar = Sulco (0,14), ravina (0), Talude de voçoroca (0) e Marcas de erosão laminar (1); Desta forma, observa-se a concentração das feições erosivas lineares nas áreas de pasto limpo, seguidas pelas áreas de pasto sujo. A cana-de-açúcar concentra boa parte das feições que indicam erosão laminar. A concentração de feições erosivas lineares em áreas de pasto limpo indica um fenômeno de ordem global que se repete na localidade de estudo. Conforme apontam Descroix et al., (2008), a grande concentração de gado em uma área pode gerar o sobrepastoreio, rompendo totalmente o equilíbrio natural do solo e das vertentes, ocasionando a geração de processos erosivos lineares. Desta maneira, a maior ocorrência de processos erosivos lineares em áreas de pasto limpo pode ser um indicativo de que as áreas destinadas a pecuária extensiva e de produção em grande escala são responsáveis por altos índices de perda de solo. A hipótese para as áreas mapeadas como de pasto sujo é de um uso econômico incipiente, no qual o proprietário destina essas áreas para uma produção em baixa escala, ou que ainda um processo inicial de abandono da criação bovina. Por fim, a baixa ocorrência de processos erosivos lineares em área de cana vincula-se a mecanização agrícola empregada neste tipo de cultivo, através da correção de terreno para efetuar o plantio. Porém, a alta concentração de feições que indicam erosão laminar se constitui como um dado preocupante, demonstrando a remoção de material em superfície, a qual pode gerar grande quantidade de material carregado ao longo da vertente e transportado para os fundos de vales. Um indício do processo de deposição excessiva de material ao longo dos cursos hídricos pode ser observado através da extensão total ocupada pelas Áreas de Acumulação de Planície e de Terraço Fluvial (APTF), as quais totalizam 250.000 m<sup>2</sup>

Figura 1 - Mapeamento de uso da terra do cenário de 2022



Mapeamento do uso da terra na área de estudo realizado no cenário de 2022.

Figura 2 - Mapeamento geomorfológico do cenário de 2022



Mapeamento geomorfológico do cenário de 2022.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora as áreas de pastagem ocupem uma área menor que as áreas destinadas ao cultivo de cana-de-açúcar, a maioria das feições erosivas lineares estão concentradas sob as pastagens, principalmente no uso do pasto limpo. Justamente por se apresentarem como uso econômico de maior intensidade por parte dos proprietários, as pastagens limpas comumente apresentam um número significativo de cabeças de gado, enquanto as áreas de pasto sujo demonstram uma tendência de abandono da localidade ou de subutilização, diminuindo a intensidade dos processos erosivos. As áreas de cana-de-açúcar, embora não apresentem relevância quanto aos processos erosivos lineares, se demonstram preocupantes quando o assunto é erosão laminar, concentrando boa parte destas feições mapeadas no cenário de 2022. O grande número de feições erosivas lineares em áreas de pasto e a concentração de feições que indicam erosão laminar sob o cultivo da cana, evidenciam um processo de transporte de grandes volumes de sedimentos para os cursos d'água, indicado pela grande área ocupada pela APTF mapeada no mesmo cenário. Desta forma, o planejamento ambiental para a área de estudo, marcada pela presença do relevo cuestiforme, merece um destaque para as áreas de pastagem para se evitar a geração e aumento da intensidade dos processos erosivos lineares, assim como para as áreas de cana-de-açúcar, que geram grande quantidade de material transportado por erosão laminar.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela bolsa de mestrado que tornou possível a realização desta pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- BOIN, M. N.; ZANATTA, F. A. S.; LUPINACCI, C. M. Avaliação da morfometria do relevo da alta bacia hidrográfica do ribeirão Areia Dourada, Marabá Paulista (SP). *Caderno Prudentino de Geografia, Presidente Prudente*, v. 2, p. 5-26, 2014.
- CABECAUER, T.; HOFIERKA, J. The consequences of land-cover changes on soil erosion distribution in Slovakia. *Geomorphology*, n. 98, p. 187-198, 2008.
- CAMARA, M. R. G.; CALDARELLI, C. E. Expansão canavieira e o uso da terra no estado de São Paulo. *Estudos Avançados, São Paulo*. v. 30, n. 88, p. 93 – 116, 2016.
- CERON, A. O.; DINIZ, J. A. F. O uso das fotografias aéreas na identificação das formas de utilização agrícola da terra. *Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro*, v. 28, 161-173, 1966.
- COUTO JUNIOR, A. P.; CONCEIÇÃO, F. T. da.; FERNANDES, A. M.; SPATTI JUNIOR, E. P.; LUPINACCI, C. M.; MORUZZI, R. B. Land use changes as sociated with the expansion of sugar cane crops and their influences on soil removal in tropical watershed in São Paulo state (Brazil). *Catena*, n. 172, p. 313-323, 2019.
- DATAGEO – SISTEMA AMBIENTAL PAULISTA. Cartas topográficas 1:10.000. Disponível em: <https://datageo.ambiente.sp.gov.br/app/?ctx=DATAGEO>. Acesso: 02/09/2022.
- DESCROIX, L.; BARRIOS, J. L. G.; VIRAMONTES, D.; POULENARD, J.; ANAYA, E.; ESTEVES, M.; ESTRADA, J. Gully and sheet erosion on subtropical mountain slopes: Their respective roles and the scale effect. *Catena*, n. 72, p. 325-339, 2008.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Recuperação de Voçorocas em Áreas Rurais. 1º edição. Seropédica: EMBRAPA, 2006.
- EMPRESA PAULISTA DE PLANEJAMENTO METROPOLITANO – EMPLASA. Ortofotos do Estado de São Paulo 2010/2011. São Paulo: EMPLASA, 2010/2011. Escala: 1:25.000.
- GOOGLE. Imagens Google earth. Versão 9.150.0.2. [S.l.]: Google LLC. Disponível em: <https://earth.google.com/web/>. Acesso em: 10/09/22.
- GRAB, S.; DESCHAMPS, C. Geomorphological and geocological controls and process following gully development in Alpine Mires, Lesotho. *Arctic, Antarctic and Alpine Research*, v. 36, n. 1, p. 49-58, 2004.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Manual técnico de Uso da Terra. 3º edição. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Malha municipal. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html?=&t=downloads>. Acesso em: 10/09/2022.
- KERTZMAN, F.F.; OLIVEIRA, A. M. S.; SALOMÃO, F. X.; GOUVEIA, M. I. F. Mapa da erosão do estado de São Paulo. *Revista do Instituto Geológico, São Paulo*, volume especial, 1995. p. 31-36.
- NYSSSEN, J.; POSEN, J.; MOEYERSONS, J.; DECKERS, J.; HALIE, M. Erosion et conservation des sols emmontagnesahélinne: l'ecas de l' Ethiopiedy Nord. *Sécheresse*, v. 15, n1, p. 33-39, 2004.
- NOGUERAS, P.; BURJACHS, F.; GALLART, F.; PUIGDEFABREGAS, J. Recent gully erosion in the El Cautivo badlands (Tabernas, SE Spain). *Catena*, n. 40, p. 203-215, 2000.
- LAL, R. *Soil Erosion in the Tropics: Principles and Management*. New York: McGraw-Hill, 1990.
- PEÑUELA, A.; et al. A multi-millennial reconstruction of gully erosion in two contrasting Mediterranean catchments. *Catena*, v. 220, p. 1-13, 2023.
- ROSS, J. L. S. Análise e síntese na abordagem geográfica da pesquisa para o planejamento ambiental. *Revista do Departamento de Geografia, São Paulo*, v. 9, p. 65-75, 1995.
- SÃO PAULO. Secretaria de Energia e Saneamento. Departamento de Águas e Energia Elétrica. Controle de erosão: bases conceituais e técnicas; diretrizes para o planejamento urbano e regional, orientações para o controle do boçorocas urbanas. São Paulo: DAEE/IPT, 1989. 92 p
- STEFANUTO, E. B. Análise da dinâmica erosiva linear e seu potencial evolutivo em ambiente agrícola. 2019. Dissertação (Mestrado em geografia) –Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2019.
- VANACKER, V.; et al. Land use impacts on soil erosion and rejuvenation in Southern Brazil. *Catena*, n 178, p. 256-266, 2019.
- VERSTAPPEN, F. A. S.; ZUIDAN, R. A. van. ITC System of geomorphological survey. Enschede: International Institute for Aerial Survey land Earth Sciences; 1975.
- ZHANG, J.; YANG, M.; DENG, X.; LIU, Z.; ZHANG, F. The effects of tillage on sheet erosion on sloping Fields in the wind-water erosion crisscross region of the Chinese Loess Plateau. *Soil & Tillage*



Research, n. 187, p. 235-245, 2019.