

Esta obra está licenciada
com uma Licença Creative
Commons Atribuição-Não
Comercial-Compartilha
Igual 4.0 Internacional.

Higor Lourenzoni Bonzanini
*Programa de Pós-graduação em
Geografia na UNESP de Rio Claro,
São Paulo*
higor.bonzanini@unesp.br

Cenira Maria Lupinacci
*Departamento de Geografia e
Análise ambiental na UNESP de
Rio Claro, São Paulo*
cenira.lupinacci@unesp.br

Artigo recebido em:
14/06/2022

Artigo aprovado em:
12/10/2022

Artigo publicado em:
01/12/2022

1. Os autores agradecem
à FAPESP – Fundação de
Amparo à Pesquisa do
Estado de São Paulo pelo
financiamento do projeto
(Processo 2020/01122-
6), que tornou possível a
realização desta pesquisa.

Uso da terra e mudanças morfológicas em ambiente de cuesta na alta Bacia do Rio Capivara – Botucatu (São Paulo, Brasil)¹

Land use and morphological changes in cuesta environment on the upper Capivara River basin – Botucatu (São Paulo, Brazil)

Uso del suelo y cambios morfológicos en un ambiente de cuesta en la alta cuenca del Río Capivara – Botucatu (São Paulo, Brasil)

Utilisation des terres et changements morphologiques dans l'environnement de cuesta dans le bassin supérieur du Fleuve Capivara – Botucatu (São Paulo, Brésil)

RESUMO

A partir do avanço das técnicas humanas, o homem tem atuado na transformação da superfície terrestre, acelerando frequentemente a dinâmica erosiva. Em terrenos declivosos e escarpados, como o relevo de cuestas do interior do estado de São Paulo, este problema pode se tornar ainda mais complexo. Assim, o objetivo deste artigo é analisar as mudanças no padrão de uso e ocupação da terra e alterações na morfologia do relevo que indicam aceleração no desenvolvimento de processos erosivos, no município de Botucatu (SP). Para isso foram elaboradas cartas geomorfológicas e de uso e ocupação da terra, que tornaram possível a definição e análise dos geoindicadores. Os geoindicadores monitorados mostram uma dinamização dos processos erosivos lineares a partir de alterações no uso e ocupação da terra, que acrescentaram sedimentos ao sistema fluvial. Os resultados obtidos podem auxiliar o planejamento ambiental na área estudada e em áreas com características semelhantes, identificando os padrões de interferência antrópica em cenários com a presença do relevo cuestiforme.

PALAVRAS-CHAVE: geoindicadores; antropogeomorfologia; relevo de cuestas.

ABSTRACT

From the advancement of human techniques, man has acted in the transformation of the earth's surface, often accelerating the erosive dynamics. In steep and rugged terrains, such as the relief of cuestas from the interior of the São Paulo State, this problem can become more complex. Thus, the aim of this paper is to analyze the changes in land use pattern and changes in relief morphology that indicate acceleration in the development of erosive processes, in the Botucatu county (SP). For this purpose, geomorphological and land use maps were elaborated, that made it possible to define the geoindicators. The monitored geoindicators show a dynamic

of linear erosive processes from changes in land use, which added sediments to the river system. The results obtained can assist environmental planning in the studied area and in areas with similar characteristics, identifying the patterns of anthropic interference in scenarios with the presence of cuesta relief.

KEYWORDS: geoindicators; anthropo-geomorphology; relief of cuestas.

RESUMEN

Con el progreso de las técnicas humanas, el hombre hay actuado en la transformación de la superficie terrestre, acelerando la dinámica erosiva. En terrenos pendientes, como el relevo de las cuestas, ubicadas en el interior del estado de São Paulo, este problema puede ser más complejo. Así, el objetivo de este artículo es analizar los cambios en los padrones de uso del suelo y cambios en la morfología del relieve que indican aceleración en el desarrollo de procesos erosivos en el municipio de Botucatu (SP). Para tal fin, se hicieron mapas geomorfológicos y de uso del suelo, los cuales permitieron definir y analizar los geoindicadores. Los geoindicadores monitorados presentan la dinamización de los procesos erosivos lineales a partir de los câmbios en el uso del suelo, que añadieron sedimentos al sistema fluvial. Los resultados pueden ayudar a la planificación ambiental en la zona estudiada y en las zonas de características similares, identificando los padrones de interferência humana en áreas del relieve de cuesta.

PALAVRAS-CLAVE: geoindicadores; antropo-geomorfología; relieve de cuesta.

RÉSUMÉ

Depuis l'avancée des techniques humaines, l'homme a agi dans la transformation de la surface terrestre, accélérant souvent la dynamique érosive. Dans les terrains en pente et escarpés, comme le relief des cuestas de l'intérieur de l'état de São Paulo, ce problème peut devenir encore plus complexe. Ainsi, l'objectif de cet article est d'analyser les changements dans les modèles d'utilisation des terres et changements dans la morphologie du relief qui indiquent une accélération du développement des processus érosifs dans la municipalité de Botucatu (SP). À cette fin, des cartes géomorphologiques et d'occupation des sols ont été préparées, ce qui a permis de définir et d'analyser les géo-indicateurs. Les géo-indicateurs suivis montrent une dynamisation des processus érosifs linéaires à partir des changements d'utilisation des terres, qui ont ajouté des sédiments au système fluvial. Les résultats obtenus peuvent aider à la planification environnementale dans la zone étudiée et dans des zones aux caractéristiques similaires, en identifiant les schémas d'interférence anthropique dans les scénarios avec la présence du relief cuestiforme.

MOTS-CLES: géo-indicateurs; anthropo-géomorphologie; cuesta relief.



Revista do Programa de
Pós-Graduação em Geografia e
do Departamento de Geografia
da UFES

Volume 2, n. 35
Julho-Dezembro, 2022
ISSN: 2175-3709

INTRODUÇÃO

As atividades humanas se desenvolvem e se realizam sobre a superfície da terra, que por sua vez está cada vez mais alterada devido ao avanço tecnológico (ROSS, 1995). Com isso, autores como Nir (1983), Goudie (1993) e Haff (2003) passaram a considerar o homem como um agente geomorfológico independente, capaz de acelerar os processos geomorfológicos naturais, atuando intensamente na destruição da cobertura vegetal, acelerando os processos de denudação, especialmente a erosão dos solos. Para Peloggia (2005), as modificações no relevo causadas pelas ações humanas se caracterizam como um importante fator de alteração dos processos naturais, sendo um dos mais significativos e evidentes na superfície do planeta.

Desta forma, a crescente intervenção antrópica no modelado a partir de suas técnicas cada vez mais avançadas, resulta em uma ingerência no equilíbrio dinâmico natural, fato evidenciado a partir de estudos científicos que buscam colaborar com a crescente conscientização ambiental global da população (PINTON e CUNHA, 2015). A partir dessas premissas, se desenvolveu a Antropogeomorfologia, com destaque para

o trabalho de Nir (1983) como predecessor desta temática.

No Brasil, destacam-se os trabalhos de Rodrigues (1997, 2005, 2010) e Peloggia (2005), que muito colaboraram com o avanço da Antropogeomorfologia no país. Rodrigues (1997) destaca a importância de identificar setores que possuem morfologia original e morfologia antropogênica, cabendo ainda uma possível identificação da combinação desses setores, resultante em unidades espaciais ordenadas a partir do nível de intervenção antrópica no meio natural. Peloggia (2005) demonstra a importância da obtenção de dados sobre a influência humana na paisagem, analisando as alterações nos processos geológicos superficiais, com destaque para a criação de depósitos sedimentares correlacionados.

Desta forma, como ferramenta de análise espacial e temporal das intervenções antrópicas em meio natural, apresentam-se os geoindicadores. Para Coltrinari e Maccall (1995) geoindicadores são ferramentas que podem auxiliar no planejamento ambiental, pela capacidade de medirem o nível de intervenção e de degradação do meio ambiente. Os parâmetros medidos pelos geoindicadores são balizados na magnitude, frequência e ta-

zas de alterações dos processos geomorfológicos, determinados de acordo com as necessidades e pelo intervalo de tempo empregado para cada pesquisa (BERGER, 1997; COLTRINARI, 2001).

Ainda, os trabalhos de Berger (1997) e de Coltrinari e McCall (1995) estabelecem o uso de geoindicadores para áreas antrópicas e em zona tropical úmida, com destaque para indicadores que demonstram o avanço dos processos erosivos e as alterações dos canais fluviais. Gupta (2002) reforça a importância do monitoramento de alterações no uso e ocupação da terra e dos diferentes métodos de manejo, pois esses podem influenciar diretamente os processos geomorfológicos naturais.

Neste contexto, em 1994 a Comissão de Ciências Geológicas para o Planejamento Ambiental (COGEOENVIRONMENT), estabeleceu 27 geoindicadores para a avaliação de alterações geomorfológicas e geológicas passíveis de identificação em intervalos temporais, reforçando o papel significativo do uso de geoindicadores em estudos para a avaliação dos impactos ambientais negativos (COLTRINARI, 2001; SILVA e LUPINACCI, 2021).

Para a aplicação de geoindi-

cadores, a análise temporal se torna de fundamental relevância para a identificação das alterações ambientais que ocorrem em superfície, indicando possíveis causas e intervenções que contribuíram para sua ocorrência (BERGER, 1997). Com o resultado obtido a partir do intervalo temporal estabelecido, torna-se possível obter dados científicos que auxiliem no planejamento por parte do poder público e na tomada de decisões de proprietários de áreas afetadas, permitindo a mitigação dos impactos, que segundo Gupta (2002), possuem um ritmo ainda mais intensificado em regiões tropicais do planeta.

Assim, a avaliação da relação antrópica com o relevo a partir do uso de geoindicadores pode ser realizada por meio da aplicação da cartografia geomorfológica retrospectiva. Ao mapear diferentes cenários, a cartografia retrospectiva permite a identificação de geoindicadores e de sua evolução, gerando os dados necessários para a compreensão da dimensão da interferência antrópica na modificação do relevo (RODRIGUES, 2010).

Diversos estudos têm utilizado a cartografia geomorfológica evolutiva como instrumento técnico para o estudo dos geoindicadores. Pinton e Cunha (2015) e Silva e Lupinacci



Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia e do Departamento de Geografia da UFES

Volume 2, n. 35
Julho-Dezembro, 2022
ISSN: 2175-3709

(2021), a partir da identificação de morfologias antropogênicas, alterações na morfologia do relevo, estabeleceram geoindicadores que possibilitaram a avaliação das atividades antrópicas em meio rural. Pinton e Cunha (2015), ao realizarem pesquisa em área de relevo cuestiforme, identificaram uma relação elevada entre a ocorrência de feições erosivas lineares com as mudanças no padrão de uso e ocupação da terra, enfatizando a contribuição do uso de geoindicadores na obtenção de dados referentes à intervenção antrópica, subsidiando meios de mitigar ou de reverter intervenções nocivas à natureza. Silva e Lupinacci (2021), ao pesquisarem também setor do relevo cuestiforme, constataram, a partir da análise de geoindicadores, um aumento na quantidade e extensão das feições erosivas lineares vinculadas às mudanças de uso e ocupação da terra, demonstrando que a utilização de geoindicadores para monitorar as intervenções antrópicas no relevo pode ser eficaz (SILVA e LUPINACCI, 2021).

Vanacker *et al.* (2019), ao realizarem estudo em área de relevo cuestiforme no sul do Brasil, identificaram uma correlação entre mudanças de uso e ocupação da terra com o aumento nas taxas de erosão, oriundas

do manejo inadequado do solo e da falta de planejamento, em razão da transformação de áreas de Mata Atlântica em áreas de pastagem e de cultivo agrícola. Budui (2013) identificou processos geomorfológicos ativos em área de relevo cuestiforme na Romênia, com ocorrência de deslizamentos, erosões superficiais do solo e desenvolvimento de erosões lineares em áreas próximas à *cuesta*, apresentando uso e ocupação da terra voltada para a agricultura e pecuária.

Ainda, alguns trabalhos destacam a fragilidade natural das áreas de relevo cuestiforme ao longo do globo. Schmidt e Beyer (2002) encontraram em área de relevo cuestiforme no centro da Alemanha, uma alta suscetibilidade natural a grandes deslocamentos de massa, ligadas a grandes eventos pluviométricos. Den Eeckhaut, Marre e Poesen (2010), ao estudarem uma área com relevo cuestiforme na França, destacam algumas fragilidades naturais do relevo de *cuestas* que favorecem a ocorrência de deslizamentos, sendo essas principalmente ligadas à declividade e à litologia. No Brasil, Kertzman *et al.* (1995), ao realizarem o mapeamento da suscetibilidade a erosão no estado de São Paulo, identificaram a região de relevo cuestiforme como “áreas extre-

mamente suscetíveis a ravinas e voçorocas” ou em “áreas muito suscetíveis a ravinas e voçorocas”, denotando a fragilidade natural do relevo nessas localidades.

Desta maneira, este artigo teve o objetivo de analisar as mudanças no padrão de uso e ocupação da terra, assim como as alterações na morfologia do relevo que indicam aceleração no desenvolvimento de processos erosivos, no município de Botucatu (SP), a partir do uso de geoindicadores. A alta bacia do Rio Capivara, localizada no município de Botucatu (SP), foi selecionada como área de estudo tanto pela presença do *front* cuestiforme, como por se caracterizar, segundo Traficante *et al.* (2017), como uma área com alta probabilidade de ocorrência de processos erosivos. A área de estudo se destaca também por diversificados padrões de uso e ocupação da terra, como pastagens, cana-de-açúcar e silvicultura, em uma área de transição entre as Cuestas Basálticas e a Depressão Periférica Paulista, ambiente bastante extenso no interior do estado. Assim, o estudo de detalhe desse setor pode auxiliar na compreensão desse extenso ambiente, contribuindo para a avaliação da suscetibilidade erosiva representada pelos altos declives do *front* cuestiforme.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo possui 6,4 km² de extensão e está localizada no município de Botucatu (SP), contemplando dois afluentes do alto curso do Rio Capivara (Figura 1). Os limites da área foram estabelecidos a partir dos divisores de água que delimitam as bacias desses afluentes. A amplitude altimétrica da área é de 315 metros, sendo o ponto mais baixo situado na calha do Rio Capivara, com 500 metros de altitude, e o ponto mais alto localizado no reverso cuestiforme, com 815 metros de altitude (Figura 1).

Na alta bacia do Rio Capivara, as Cuestas Basálticas e a Depressão Periférica Paulista, compartimentos de relevo distintos, são sustentados por variadas formações geológicas, inseridas no contexto da Bacia Sedimentar do Paraná (ALMEIDA, 1964). Segundo o IG (1984), na área de estudos são encontradas as formações Serra Geral, Botucatu e Piramboia (Figura 1C).

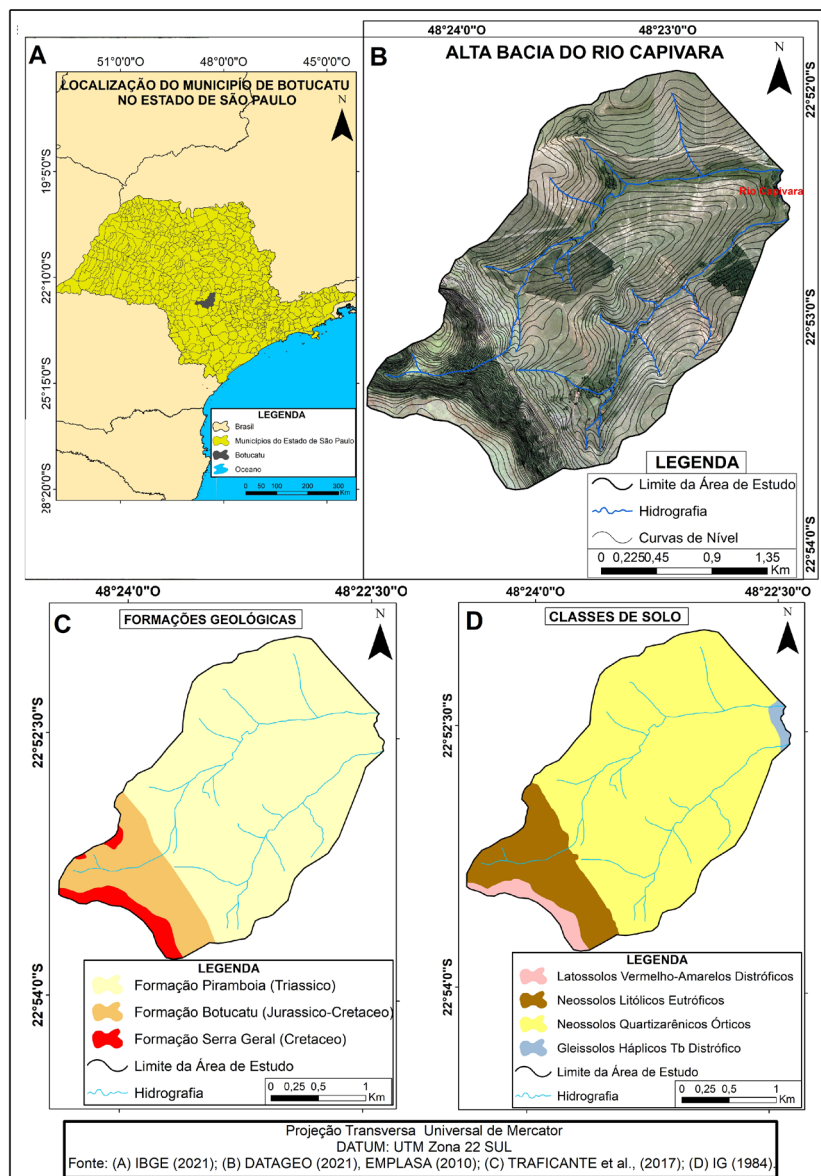
A Formação Serra Geral, ocupando uma área de 0,24 km², posiciona-se em setores mais elevados da bacia sustentando o *front* cuestiforme. Possui um alto grau de resistência e sua origem decorre dos derrames basálticos ocasionados pela



Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia e do Departamento de Geografia da UFES

Volume 2, n. 35
Julho-Dezembro, 2022
ISSN: 2175-3709

Figura 1 - Localização da área de estudo. (a) Localização do município de Botucatu no estado de São Paulo; (b) Área de estudo; (c) Formações geológicas da área de estudo; (d) Classes de solo da área de estudo



Organização: os autores, 2022

reativação tectônica no período Cretáceo, sendo a formação geológica de origem mais recente na bacia (ALMEIDA, 1964; INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1984).

Situada abaixo da Formação Serra Geral, encontrada em boa parte do *front* cuestiforme, ocupando uma área de 0,94 km², a

Formação Botucatu é constituída por arenitos bem selecionados, de origem eólica, típica de um paleoambiente de deposição desértico, ocorrido nesta região do globo durante os períodos Jurássico e Cretáceo (ALMEIDA, 1964; IGC, 1984; CASSETI, 2001).

Nas áreas mais baixas, nos setores da Depressão Periféri-

ca, ocupando uma área de 5,2 km², encontram-se os arenitos da Formação Piramboia, de origem fluvial e eólica, típicos de um paleoambiente deposicional de transição climática, com fácies de dunas, interdunas e de lençóis de areia cortados por canais fluviais sazonais (SOARES, 1975; CAETANO-CHANG e WU, 2003).

Os solos encontrados na alta bacia do Rio Capivara possuem grande relação com as formações geológicas presentes na área. O mapeamento realizado por Traficante *et al.* (2017) identifica quatro classes de solos: Neossolos Quartzarênicos Órticos (RQo), Neossolos Litólicos Eutróficos (Rle), Latossolos Vermelho-amarelo Distróficos (LVAd) e Gleissolos Háplicos Tb Distrófico (GXbd) (Figura 1D).

Predominantemente encontrados sobre a Formação Piramboia, ocupando uma área de 5,1 km², ocorrem os Neossolos Quartzarênicos Órticos, que ocupam a maior parte da bacia, principalmente na área da Depressão Periférica (TRAFICANTE *et al.*, 2017). A classe Neossolos Litólicos Eutróficos, ocupando 1 km² da bacia, está associada às áreas de elevada declividade, principalmente no *front* cuestasiforme, onde se encontra a Formação Botucatu

(TRAFICANTE *et al.*, 2017). Segundo a EMBRAPA (2018), essa classe pedológica é pouco desenvolvida, com baixa profundidade e com alto potencial de rompimento de equilíbrio dinâmico.

Os Latossolos Vermelho-amarelo Distróficos ocorrem em 0,22 km² da área, sobre a Formação Serra Geral, nos setores planos do reverso cuestasiforme. Esses solos são típicos de relevos planos, bem drenados e possuindo grande profundidade, conferindo-lhes ampla utilização para a agropecuária (TRAFICANTE *et al.*, 2017; EMBRAPA, 2018). Ainda, típicos de áreas com saturação de água e apresentando área total de 0,06 km², registraram-se os Gleissolos Háplicos Tb Distrófico, correlacionados à planície aluvial do curso principal do Rio Capivara (TRAFICANTE *et al.*, 2017; EMBRAPA, 2018).

A área de estudo se situa, segundo a classificação de Köppen, em clima temperado quente (mesotérmico) úmido (Cfa), apresentando temperatura média de 19° C e pluviosidade média anual de 1.324 mm, com a concentração das chuvas ocorrendo nos meses do verão (CUNHA; MARTINS, 2009).

Ainda, ao analisar o conjunto de terrenos drenados pelo Rio Capivara, Traficante *et al.*



Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia e do Departamento de Geografia da UFES

Volume 2, n. 35
Julho-Dezembro, 2022
ISSN: 2175-3709

(2017) identificaram que atualmente boa parte da bacia vem sendo explorada para o uso de pastagens, silvicultura, cana-de-açúcar e citricultura, com poucos remanescentes de vegetação nativa, estando esses em fragmentos restritos a áreas de declividade elevada. Desta forma, com o uso e ocupação da terra sem planejamento adequado, a região da bacia hidrográfica do Rio Capivara vem passando por um processo de degradação ambiental acelerada, com inúmeras áreas da bacia apresentando fragilidade ambiental elevada (TRAFICANTE *et al.*, 2017).

MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo foi analisada a partir dos princípios da Teoria Geral dos Sistemas, como um sistema aberto que recebe (*input*) e perde (*output*) matéria e energia (CHRISTOFOLETTI, 1979). Com isso, aplicou-se a abordagem da antropogeomorfologia, que busca avaliar a interferência antrópica na distribuição de matéria e de energia nos sistemas geomorfológicos (CHRISTOFOLETTI, 1979; NIR, 1983; BERGER, 1997; COLTRINARI, 2001; RODRIGUES, 2005, 2010).

Para o levantamento de dados, foram utilizadas as cartas topográficas elaboradas pelo Instituto Geográfico e Carto-

gráfico (IGC), no ano de 1979, na escala 1:10.000, disponíveis no site do DataGeo – Sistema Ambiental Paulista, que proporcionou a obtenção dos dados de curvas de nível e da hidrografia da área de estudo. Ainda, foram utilizadas fotografias aéreas do ano de 1972, em escala 1:35.000, desenvolvidas pela empresa Base S.A.; ortofotos digitais do ano de 2010, em escala 1:25.000, que apresentam resolução espacial de 1 metro (pixel de 1 metro), elaboradas pela Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano (EMPLASA); e imagens orbitais disponibilizadas pelo Google Earth para o ano de 2020. As fotografias aéreas de 1972 e as imagens orbitais de 2020 foram processadas a fim de obter anáglifos, os quais foram elaborados através do *software* Stereo Photo Maker (SOUZA; OLIVEIRA, 2012; MIYAZAKI; OLIVEIRA, 2020). Todos os mapeamentos foram elaborados em escala 1:10.000, utilizando o *software* ArcGis, em sua versão 10.5. As fotografias aéreas e as imagens orbitais, trabalhadas digitalmente, permitiram *zoom* suficiente para o mapeamento nessa escala.

Para a elaboração das cartas geomorfológicas dos anos de 1972, 2010 e 2020, foi utilizada como base a proposta de Tricart

(1965) e de Verstappen e Zuidam (1975). Tricart (1965) destaca que, com a elaboração de uma carta geomorfológica, torna-se possível a observação da relação entre a morfoestrutura e os agentes esculptadores do relevo. Para Verstappen (1975), a carta geomorfológica é um importante instrumento para o planejamento ambiental. Assim, a elaboração das cartas geomorfológicas passou por inúmeras etapas e o material apresenta os seguintes dados: 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).

Quanto à elaboração dos símbolos, esses foram construídos com base nas propostas originais de Tricart (1965) e de Verstappen e Zuidam (1975), também em adaptações para o meio digital propostas por Simon (2007), Stefanuto e Lupinacci (2017) e Zannata, Lupinacci e Boin (2019).

Os mapeamentos de uso e ocupação da terra foram elaborados empregando as diretrizes propostas pelo IBGE (2013) e os critérios de fotointerpretação desenvolvidos por Ceron e Diniz (1966). Seguindo a proposta do IBGE (2013), foram definidas as classes de uso e ocupação a serem mapeadas, de Ceron e Diniz (1966) foram utilizadas as chaves de identificação das diferentes culturas e de tipos de uso da terra, adaptando-as às características da área de estudo. Desta forma, de acordo com as características da cobertura vegetal observada, foram estabelecidas as seguintes classes: cultura permanente; cultura temporária; cana-de-açúcar; construções rurais; pasto limpo; pasto sujo; silvicultura; solo exposto; vegetação arbustiva; vegetação de porte florestal e vegetação rasteira.

A partir dos mapeamentos foi possível a identificação das características e dinâmicas do uso e ocupação da terra, orquestradas pelas ações antrópicas, que alteram a dinâmica da paisagem, provocando alterações morfológicas do relevo. Com essas informações, foi possível a definição de geoindicadores, baseada nas feições geomorfológicas que evidenciam a dinamização dos processos morfodinâmicos na bacia du-



Revista do Programa de
Pós-Graduação em Geografia e
do Departamento de Geografia
da UFES

Volume 2, n. 35
Julho-Dezembro, 2022
ISSN: 2175-3709

rante o tempo histórico. Para a definição dos geoindicadores considerou-se também os trabalhos de Pinton e Cunha (2015) e Silva e Lupinacci (2021), que também avaliaram cenários de relevo cuestasiforme.

Assim, a cartografia geomorfológica retrospectiva possibilitou a quantificação em extensão, área e quantidade dos geoindicadores aferidos, definidos nessa pesquisa como as feições erosivas lineares (sulcos erosivos, ravinas e voçorocas), feições hidrográficas (fundo de vale plano e fundo de vale encaixado), área de Acumulação de Planície e de Terraço Fluvial – APTF, leques aluviais, bacias de contenção e barragens de drenagem.

Os dados obtidos através dos mapeamentos geomorfológicos e de uso e ocupação da terra foram conferidos em trabalhos de campo realizados ao longo do desenvolvimento da pesquisa. Com a realização dos trabalhos de campo, foi possível a averiguação dos geoindicadores e dos diferentes usos da terra, no cenário de 2020. Ao todo, foram realizados três trabalhos de campo em um intervalo de um ano, sendo o último em 14/05/2021.

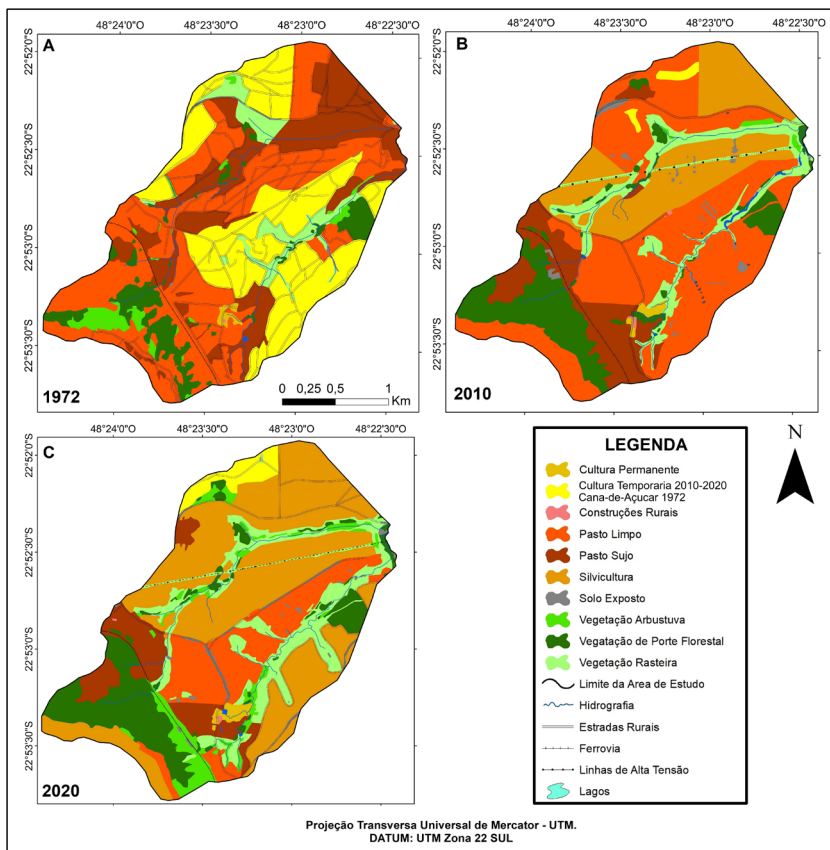
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos com o mapeamento de uso e ocupação da terra, abrangendo os cenários de 1972, 2010 e 2020, permitiram constatar que a área de estudo apresenta significativa variação de áreas ocupadas pelos diferentes padrões de uso e ocupação (Figuras 2 e 3).

Analisando as variações no uso e ocupação da terra, algumas classes se destacam como a silvicultura, pasto limpo e cana-de-açúcar. A silvicultura, outrora ausente no cenário de 1972, se dispõe como a classe dominante, ocupando mais de 41% da área total da bacia no cenário de 2020. O pasto limpo e o cultivo de cana-de-açúcar que, no cenário de 1972 eram dominantes, perderam espaço desde o cenário de 2010, sendo os padrões de uso que proporcionalmente mais diminuíram ao longo do recorte temporal monitorado. Essa tendência demonstra a mudança de vocação econômica da bacia, voltada para a agropecuária em 1972, para o cenário mais atual, de 2020, com grandes áreas de silvicultura.

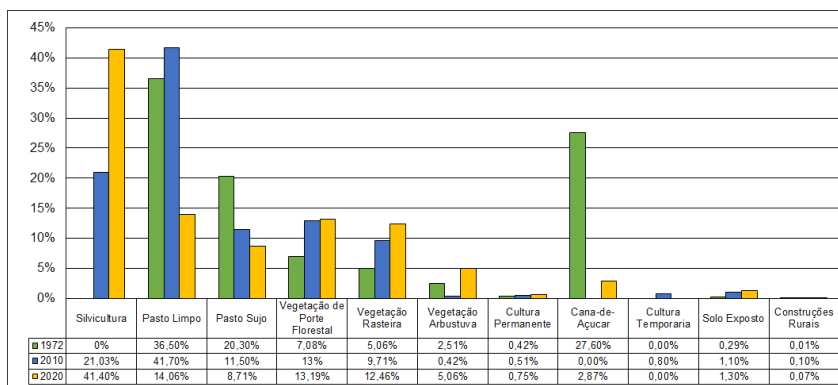
Ainda ocorre um aumento da área ocupada pela classe de vegetação de porte florestal, que em 1972 ocupava 7,08% e passa a ocupar 13,19% da área em

Figura 2 – (a) Carta de uso e ocupação da terra do cenário de 1972; (b) Carta de uso e ocupação da terra do cenário de 2010; (c) Carta de uso e ocupação da terra do cenário de 2020



Elaboração: os autores, 2022

Figura 3 - Área (em %) ocupada pelas classes de uso e ocupação da terra nos anos de 1972, 2010 e 2020



Elaboração: os autores, 2022

2020. Em sua grande maioria, a vegetação de porte florestal se concentra nas áreas de maiores declividades, relacionadas ao *front* do relevo cuestasiforme. A recuperação em 5% de área ocupada por vegetação florestal

ocorre principalmente na região do *front* cuestasiforme, que ao longo dos cenários monitorados perde áreas de pastagens, ganhando áreas de vegetação florestal e de vegetação arbustiva, demonstrando o abandono para



Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia e do Departamento de Geografia da UFES

Volume 2, n. 35
 Julho-Dezembro, 2022
 ISSN: 2175-3709

o uso econômico desses setores da área de estudo. Observa-se ainda o aumento de vegetação de porte florestal, arbustiva e rasteira ao longo dos cursos fluviais, que no cenário de 1972 era majoritariamente ocupada pelo uso de pasto sujo.

Conforme afirmam Pinton e Cunha (2015), as áreas de cana-de-açúcar, silvicultura e de pasto envolvem a adoção de técnicas voltadas à manutenção e garantia do cultivo empregado, que ao longo do tempo conduzem a alterações significativas na morfologia do relevo por influência antrópica. A maioria das modificações envolvem alterações nas dinâmicas denudativas, criando feições erosivas lineares como os sulcos, ravinas e voçorocas. Em alguns casos, a fim de conter tal dinâmica registra-se interferência antrópica direta, como a construção de bacias de contenção ou de barragens em cursos fluviais para mitigar os processos erosivos. Ainda, podem ocorrer alterações das feições deposicionais, como o aumento das áreas de Acumulação de Planície e de Terraço Fluvial (APTF) e o surgimento dos leques aluviais.

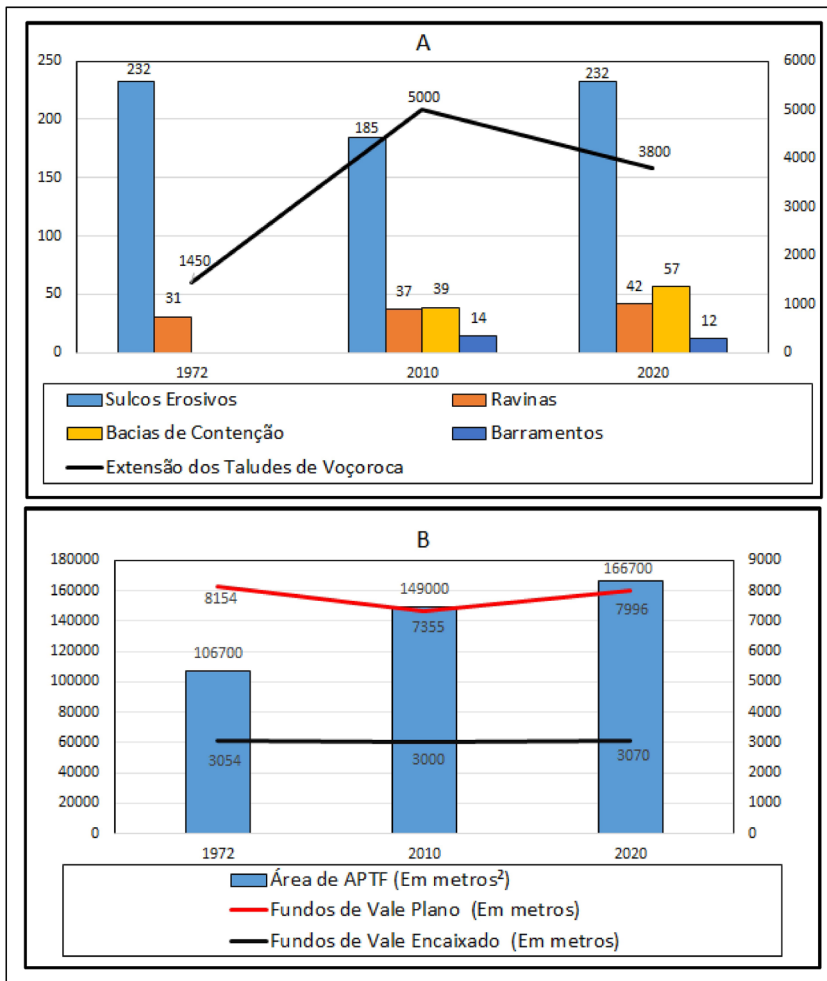
Desta forma, os geoindicadores estabelecidos para a alta bacia do Rio Capivara buscam fornecer as informações necessárias para a quantificação das

interferências antrópicas impostas na área de estudo ao longo do recorte temporal estabelecido, sendo esses vinculados aos processos erosivos (sulcos, ravinas e taludes de voçoroca), aos processos deposicionais (leque aluvial e APTF), às medidas de contenção (bacias de contenção e barramentos) e às formas de fundo de vale (vale plano e encaixado).

Assim, a figura 4 demonstra a variação dos geoindicadores. A diminuição do número de feições do tipo sulco erosivo entre os cenários de 1972 e 2010 pode ser atribuída às alterações no padrão de uso e ocupação da terra ocorridas na bacia nesse período. Para o cenário de 1972, a maioria dos sulcos erosivos eram observados em área de pastagem, que nesse cenário ocupava cerca de 56,8% da bacia, quando somadas às classes pasto limpo e pasto sujo. A diminuição de sulcos erosivos ocorre substancialmente em áreas ocupadas por pastagem no cenário de 1972 que se transformaram em silvicultura em 2010. Os eucaliptos, apresentando porte arbóreo, conferem maior proteção ao solo, uma vez que captam parte da água pluvial, diminuindo o efeito do *splash* na superfície (Guerra, 1994).

Ainda, a variação espacial dos geoindicadores pode ser observada pela Figura 5, onde

Figura 4 – (a) Feições erosivas e medidas de contenção ao longo do período analisado; (b) Variações na área ocupada pelas planícies e terraços fluviais (APTF) e na extensão das formas de fundo de vale



Elaboração: os autores, 2022

são apresentadas as cartas geomorfológicas.

A respeito do pastoreio, Desroix *et al.* (2008) apontam que, quando há excesso de gado por área de pasto, há uma compactação excessiva das camadas superficiais do solo, dificultando a infiltração de água, principalmente proveniente da chuva. Esses processos, unidos há falta de cobertura arbórea, geram o aumento de fluxo concentrado, contribuindo severamente para a ocorrência dos processos erosivos. Para os três cenários ma-

peados, observa-se a correlação de sulcos erosivos com áreas de pastagem, conforme pode ser observado pela figura 6.

As feições erosivas do tipo sulco erosivo e ravinas se concentram, nos três cenários monitorados, nas áreas de pasto limpo e de cultura temporária (Figura 6). No cenário de 2020 constatou-se um aumento significativo dessas feições nas áreas de vegetação rasteira e de silvicultura.

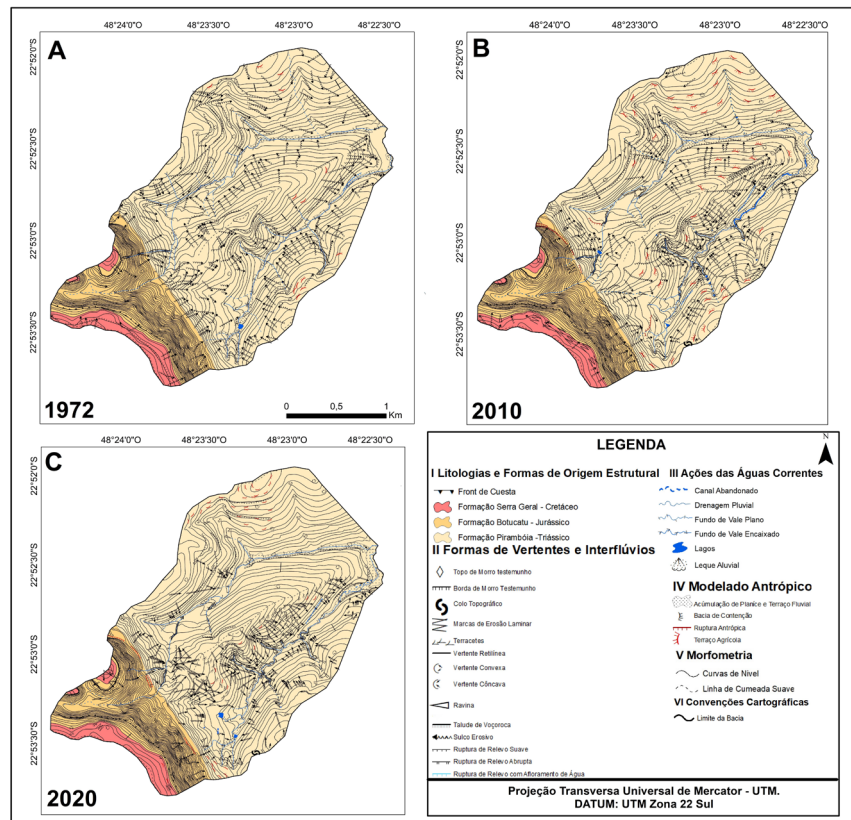
Desta maneira, na porção central da área, cuja influência



Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia e do Departamento de Geografia da UFES

Volume 2, n. 35
 Julho-Dezembro, 2022
 ISSN: 2175-3709

Figura 5 - (a) Carta geomorfológica do cenário de 1972; (b) Carta geomorfológica do cenário de 2010; (c) Carta geomorfológica do cenário de 2020



Elaboração: os autores, 2022

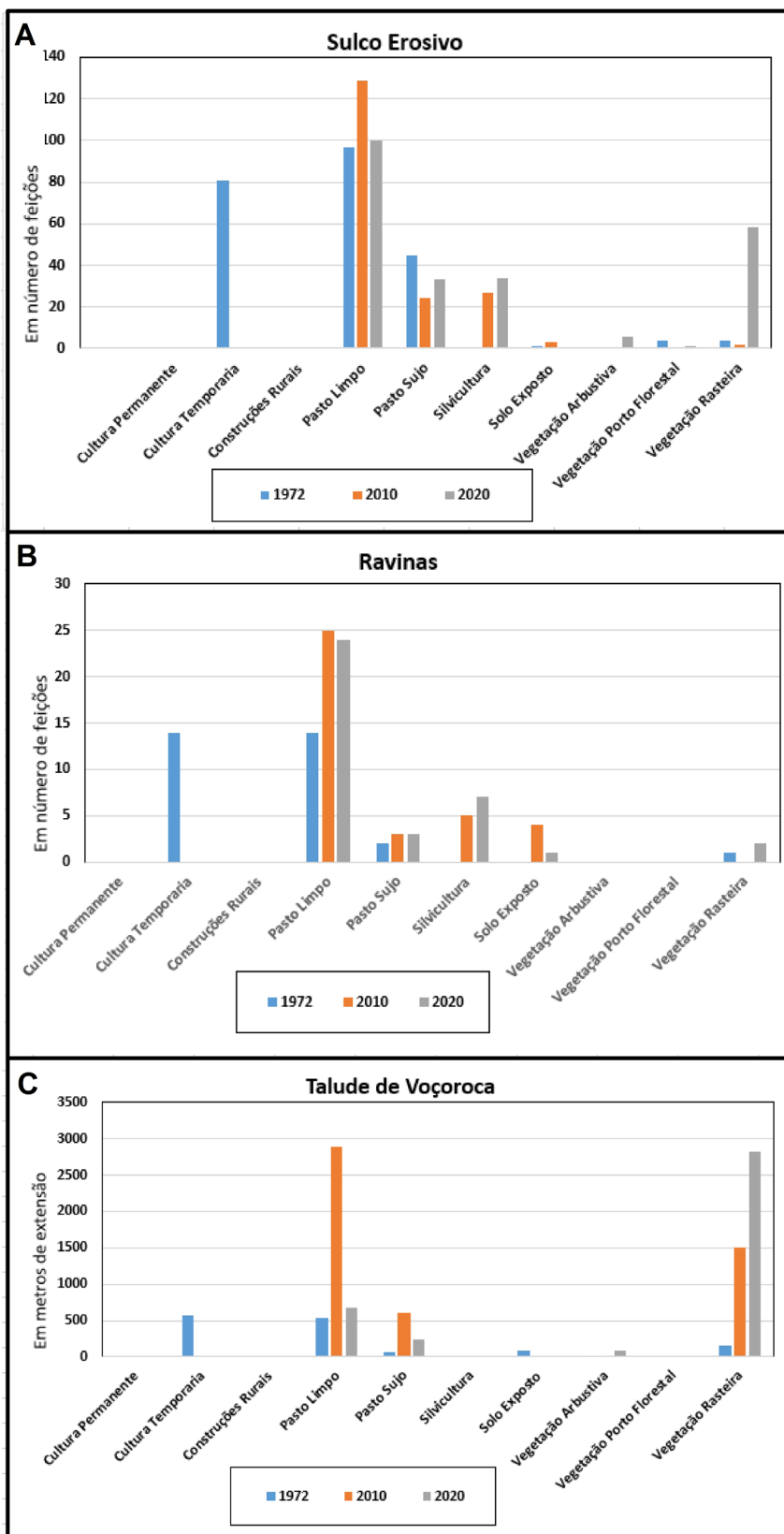
das alterações de uso e ocupação foi mais significativa entre os anos de 1972 e 2010, observa-se o surgimento de ravinas e de voçorocas oriundas da evolução dos sulcos para sistemas erosivos maiores, criando tais feições, principalmente em setores de pastagem (Figura 6). Constatou-se ainda a influência da expansão da silvicultura na redistribuição dos sulcos erosivos (Figura 7).

Na porção central da área, da Depressão Periférica Paulista, são encontradas vertentes extensas e com declividade moderada, característica morfométrica que é apontada por Mathias (2016) como condicio-

nante para a evolução erosiva, evidenciando uma fragilidade natural dessas localidades. Nessas extensas vertentes, sob o domínio da Formação Piramboia e dos Neossolos Quartizarenicos Órticos, o comprimento dessas, aliado ao extensivo uso da terra por silvicultura, cana-de-açúcar e pastagem – observado nos três cenários monitorados –, contribui para o aparecimento de feições erosivas em setores de média e baixa vertente, com grande número de sulcos, ravinas e de voçorocas, oriundas da concentração e velocidade do fluxo pluvial.

Em 2020, constatou-se um aumento no número de sulcos

Figura 6 - Número de sulcos erosivos (a), ravinas (b) e extensão dos taludes de voçorocas (c) por classe de uso e ocupação da terra, nos diversos cenários



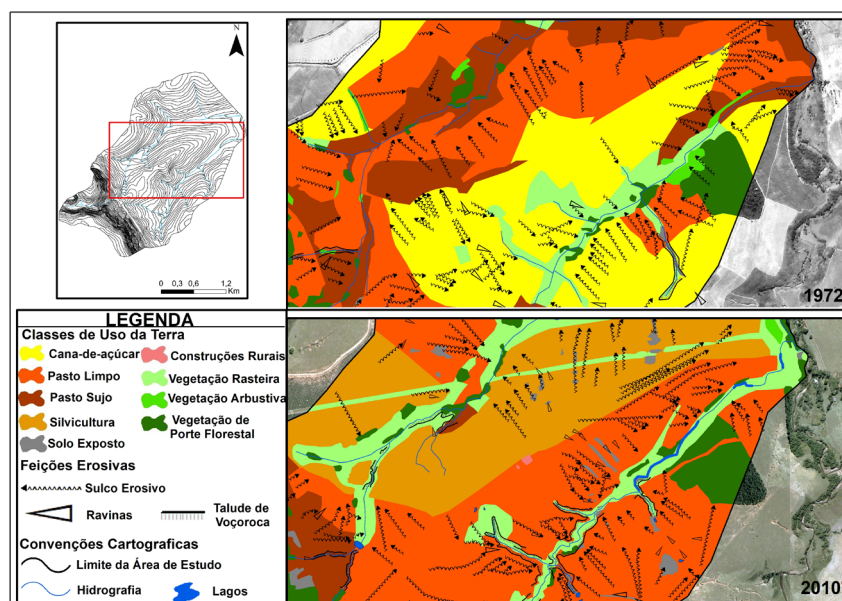
Elaboração: os autores, 2022



Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia e do Departamento de Geografia da UFES

Volume 2, n. 35
 Julho-Dezembro, 2022
 ISSN: 2175-3709

Figura 7 - Variação das feições erosivas vinculadas ao uso e ocupação da terra nos cenários de 1972 e 2010

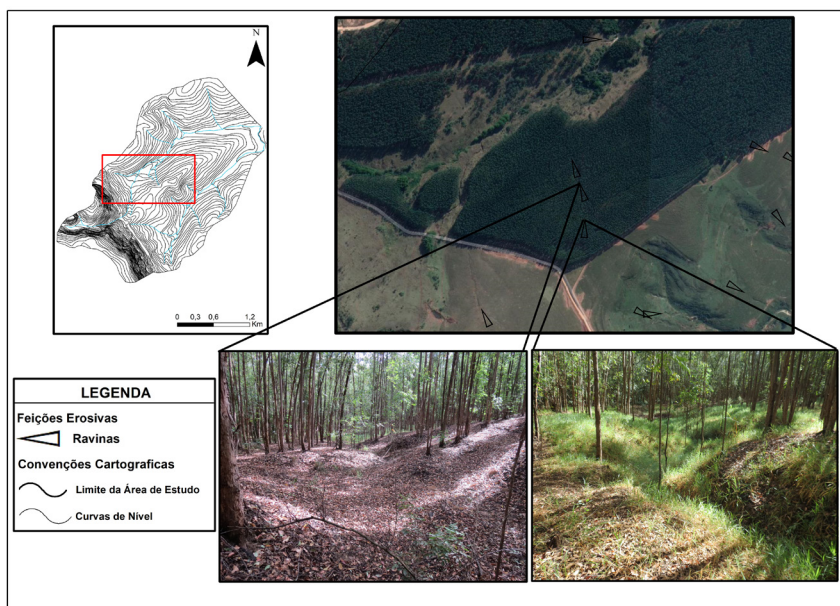


Elaboração: os autores, 2022

erosivos em relação ao cenário anterior, saltando de 185 feições em 2010 para 232 em 2020. Embora ocorra um aumento significativo na área ocupada pela silvicultura, observa-se a ampliação de sulcos nas áreas de pastagem no entorno dos eucaliptos (Figura 6 e 7), fato que pode ser explicado pelo plantio alinhado dos eucaliptos em áreas de vertentes extensas e íngremes, concentrando os fluxos em superfície e gerando os processos erosivos.

Há ainda a intensificação no número de ravinas no cenário de 2020, aumentando de 37 feições em 2010 para 42 em 2020, com sete dessas inseridas em áreas de silvicultura (Figura 6). O fenômeno foi constatado pela interpretação das imagens orbitais e em trabalhos de campo, como pode ser observado pela Figura 8.

As áreas próximas aos rios passaram por diferentes usos da terra ao longo dos cenários mapeados (Figura 2). Dessa maneira, pelos taludes de voçoroca se concentrarem próximos aos rios, os usos da terra que mais apresentam taludes de voçoroca variam ao longo dos anos observados (Figura 6). Em 1972, os taludes de concentravam nas áreas próximas a culturas temporárias de cana-de-açúcar e em áreas de pastagens. Para 2010, observa-se que os taludes se concentram em áreas de pastagens e de vegetação rasteira (Figura 6). No entanto, no cenário de 2020, boa parte dos taludes de voçoroca se encontra em áreas de vegetação rasteira. Pode-se observar desta forma que as áreas próximas aos canais fluviais passaram por diferentes padrões de uso ao longo

Figura 8 - Ravinas encontradas em área de silvicultura no cenário de 2020

Elaboração: os autores, 2022

dos cenários, evidenciando para o ano de 2020 um abandono para o uso econômico por parte dos proprietários, cuja resposta do meio natural se deu pelo aumento das áreas de vegetação rasteira nestas localidades.

A extensão dos taludes de voçoroca também sofreu uma grande variação nos diferentes cenários mapeados. No intervalo de 1972 para 2010, houve um acréscimo de 3.550 m de extensão dos taludes, evidenciando a dinamização do processo erosivo ocorrido na bacia. No período seguinte, de 2010 a 2020, registra-se uma diminuição a qual pode ser explicada pelas medidas de contenção executadas pelos proprietários nos sistemas de voçorocamento e pela tomada da vegetação rasteira nas proximidades dos taludes. Entre medidas de contenção, desta-

cam-se os barramentos, que no cenário de 2010, somam 14, e no cenário de 2020, totalizam 12 feições. Ainda como medida conservacionista, as bacias de contenção são alocadas nas vertentes e principalmente em áreas com processos erosivos atuantes, como ravinamentos, visando à contenção da evolução dessas feições para voçorocas. Para a área de estudo, houve um aumento da construção de bacias de contenção ao longo dos cenários monitorados, ausentes em 1972, totalizando 39 em 2010 e 57 em 2020.

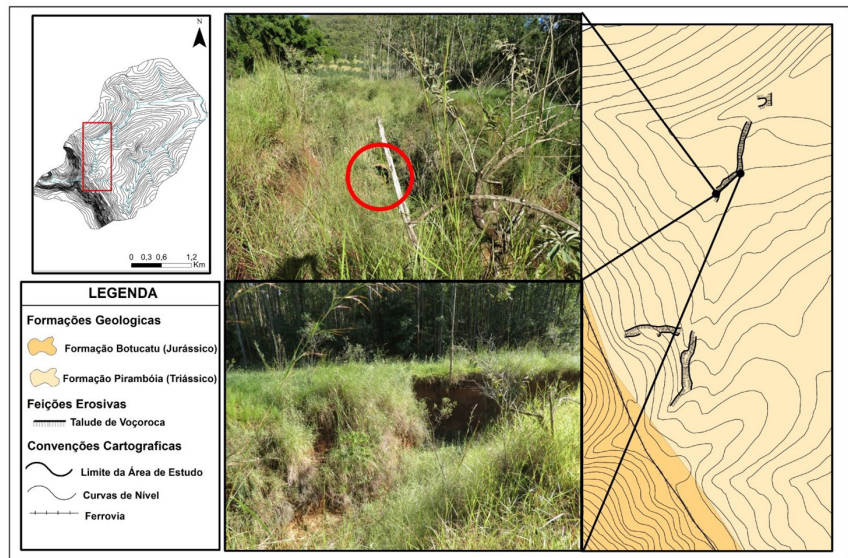
Em suma, a ocorrência de determinados voçorocamentos podem estar ligados a fatores relacionados às características do relevo e potencializados pela interferência antrópica direta. Pela Figura 9, observa-se a concentração de fluxos oriundos de

GEOGRAFARES

Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia e do Departamento de Geografia da UFES

Volume 2, n. 35
Julho-Dezembro, 2022
ISSN: 2175-3709

Figura 9 - Encanamento de águas pluviais da ferrovia em direção à área de voçorocamento



Elaboração: os autores, 2022

canalizações de águas pluviais, provenientes da ferrovia. Ainda, a presença do relevo cuestasiforme pode potencializar esse processo, uma vez que a ferrovia está localizada entre o *front* e o talus do relevo de cuestas, com grande desnível altimétrico e com a presença de concavidade nas vertentes, auxiliando na concentração de fluxos de grande energia para as áreas de vertedouros da ferrovia.

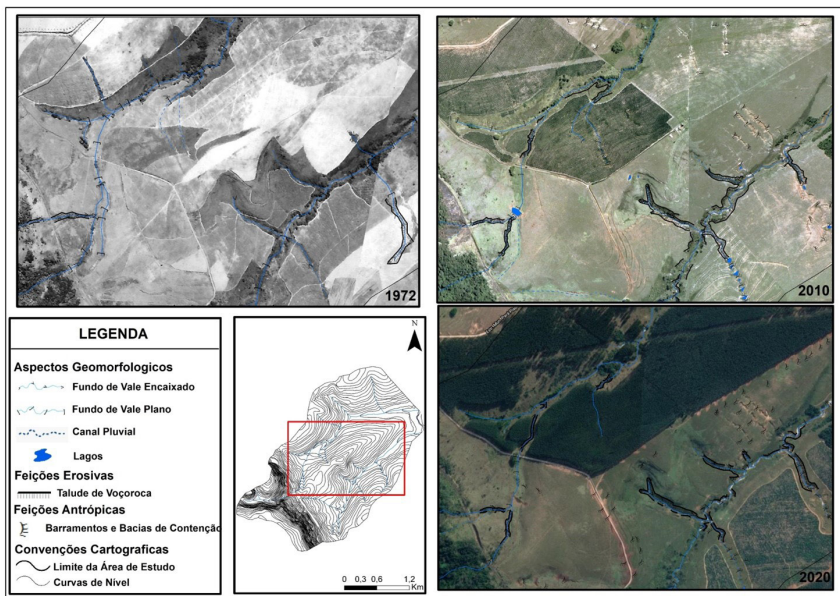
Considerando ainda o relevo cuestasiforme, apesar da alta declividade, o *front* da cuesta na área de estudos é recoberto em boa parte por vegetação de porte florestal, que aparenta mitigar os processos erosivos na área. Contudo, nos setores de menor altitude, no sopé do *front*, são encontrados processos erosivos em área recoberta por pasto limpo e pasto sujo, nos três cenários monitorados.

Esse padrão de uso da terra potencializa a fragilidade natural existente nessas localidades devido aos contatos litológicos, criando condições para que os processos erosivos lineares se instalem.

Quanto aos cursos fluviais (Figura 4B), observa-se uma variação significativa entre os cenários de 1972, 2010 e 2020 na extensão dos fundos de vale plano e de fundo de vale encaixado. Os fundos de vale plano diminuíram 799 metros entre os cenários de 1972 e de 2010, aumentando em 641 metros no último cenário monitorado, totalizando para o cenário de 2020, 7.996 metros de extensão. Já os vales com fundo encaixado se mantiveram com praticamente o mesmo número em extensão para todos três cenários monitorados, embora tenham ocorrido variações em ambos os

tipos de fundo de vale ao longo de toda a bacia. Alguns fatores podem ter contribuído para as variações no comprimento dos cursos fluviais e dos tipos de fundos de vale, como por exemplo, o surgimento e desaparecimento de sistemas de voçorocamento, assoreamento de cursos fluviais e de áreas de nascentes, construção de barramentos em voçorocas e a criação de lagos artificiais por parte dos proprietários.

Figura 10 - Variação dos cursos fluviais e dos taludes de voçoroca na área central da bacia



Elaboração: os autores, 2022

Assim, como ação antrópica direta, há o exemplo da construção de barramentos nos cursos fluviais que drenam voçorocas, visando o controle erosivo dessas localidades. Considera-se que esse é um fator determinante para as variações na extensão e na própria distribuição dos taludes de voçoroca ao longo dos cenários monitorados (Figura 10).

É observado ainda o aumento das áreas de Acumulação de Planície e de Terraço Fluvial (APTF) ao longo dos três cenários monitorados. A área total das APTF em m² para o ce-

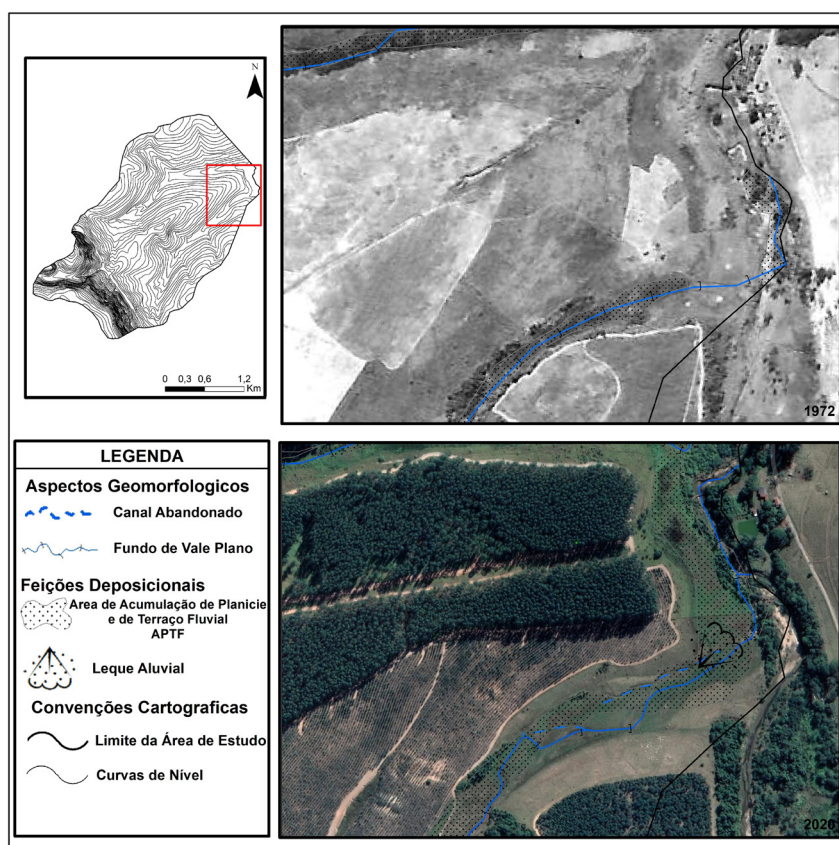
nário de 2020 é de 166.700 m², 17.700 m² a mais que o cenário 2010 e 60.000 m² a mais que no cenário de 1972, evidenciando o aumento da carga depositada pelos rios.

Corroborando ainda com a hipótese a respeito do aumento dos processos deposicionais ao longo dos cursos fluviais, além do aumento das áreas de APTF, foi mapeado um leque aluvial nos cenários de 2010 e de 2020, inexistente para o cenário de 1972. Conforme Pinton e Cunha (2015), a geração de um leque aluvial demonstra a

perda do potencial de transporte do rio, gerada pelo aumento da liberação de sedimentos em direção ao sistema fluvial. Ainda, para o mesmo rio que apresenta o leque, foi identificada uma mudança de trajetória e um abandono de seu antigo curso em virtude da quantidade de sedimentos depositados na região do leque, como mostra a Figura 11.

O aumento das áreas de silvicultura, aliado ao acréscimo e surgimento de bacias de contenção (Figura 4A), indica uma tentativa de contenção da degradação da área, demonstrada pelo aumento geral das feições erosivas e de feições deposicionais (Figura 4B), acarretando uma alternância forçada da vocação econômica da bacia por parte dos proprietários.

Figura 11 - Aumento das áreas de deposição de materiais e curso abandonado de antigo canal em área de foz no Rio Capivara



Elaboração: os autores, 2022.

Desta maneira, os geoindicadores analisados no recorte temporal estudado sofreram significativas oscilações, tornando possível a identificação e a caracterização das intervenções antrópicas, junto à avaliação das mudanças de uso e

ocupação da terra. Ainda, foram observadas fragilidades naturais provenientes das características morfométricas e geológicas, que potencializam as dinâmicas geomorfológicas e erosivas da área de estudo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os aspectos naturais, como os parâmetros morfométricos, geológicos e a presença do relevo cuestiforme, atuam como fatores importantes para a ocorrência de processos erosivos, pois, além de criarem fragilidades naturais no terreno, determinam limitações ao uso e ocupação da terra, que em inúmeros casos não são devidamente respeitadas na área de estudo, corroborando para a dinamização dos processos erosivos.

Os sulcos erosivos responderam de forma significativa à mudança no padrão de uso e ocupação da terra, partindo de uma vocação agropecuária em 1972, para o plantio de silvicultura, observado em 2010 e crescente para o cenário de 2020. Com a chegada da silvicultura, no cenário de 2010, constatou-se uma diminuição dos sulcos erosivos nas áreas de antigas pastagens, assim como um aumento dos processos erosivos em áreas que continuaram sob o uso de pastagem nos cenários de 2010 e 2020. No entanto, a silvicultura não se mostrou totalmente eficaz em conter os processos erosivos, desenvolvendo-se sulcos em áreas vizinhas aos eucaliptos e processos de ravinamento sob esses. O aumento das áreas de APTF e o surgimento do leque aluvial

indicam a continuidade e o aumento de sedimentos carregados até o sistema fluvial.

A quantificação da extensão dos taludes de voçoroca ao longo dos cenários possibilitou, dentre outras constatações, identificar a interferência direta da ferrovia para a ocorrência de voçorocas na bacia. A canalização das águas pluviais da ferrovia para uma área de voçorocamento demonstra a interferência antrópica direta nessa localidade.

Ainda, o aumento das morfologias antropogênicas por meio da construção de medidas de contenção erosiva fica evidente pelo mapeamento crescente do número de bacias de contenção e barramentos ao longo dos anos, que visam o controle da erosão, principalmente nas áreas de ravinamentos e de voçorocamentos, respectivamente. A grande extensão de rios com fundos de vale plano indica excesso de sedimentos no sistema fluvial, oriundos dos processos erosivos. Além disso, sedimentos provenientes dos processos erosivos geram depósitos em concavidades nas vertentes, ambientes típicos de nascentes, podendo ocorrer o assoreamento dessas.

Por fim, conclui-se que o uso dos geoindicadores se mostraram eficientes para o estudo do grau de interferência antrópica



Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia e do Departamento de Geografia da UFES

Volume 2, n. 35
Julho-Dezembro, 2022
ISSN: 2175-3709

nas dinâmicas erosivas e deposicionais na alta bacia do Rio Capivara. Assim, a pesquisa pode colaborar com o planejamento ambiental na área estudada e em áreas com características semelhantes, identificando os padrões de interferência antrópica em área rural e seus efeitos em cenários com a presença do relevo cuestiforme. ●

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. M. *Fundamentos geológicos do relevo paulista*. São Paulo: Editora USP; 1964.

BASE S. A. *Fotografias aéreas de 1972*. São Paulo: Base S.A., 1972. Escala: 1:35.000.

BERGER, A. Assessing rapid environmental change using geoindicadores. *Environmental Geology*, v. 32, p. 36-44, 1997. DOI: <https://doi.org/10.1007/s002540050191>.

BUDUI, V. The influence of the geological structure on the geomorphometrical characteristics and soil erosion in the west side of the Central Moldavian Plateau. Sofia: *Surveying Geology & Mining Ecology Management (SGEM)*, p. 717-721, 2013. DOI: <https://doi.org/10.5593/SGEM2013/BC3/S13.032>.

CAETANO-CHANG, M. R.; WU, F. T. Diagênese de arenitos da formação Piramboia no centro-leste paulista. *Geociências*, v. 22, p. 33-39, 2003.

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*. v. 28, p. 161-173, 1966.

CHRISTOFOLETTI, A. *Análise de sistemas em Geografia*. São Paulo: Hucitec, 1979.

COLTRINARI, L.; MCCALL, G. J. H. Geoindicadores: ciências da terra e mudanças ambientais. *Revista do Departamento de Geografia*, v. 9, p. 5-11, 1995. DOI: <https://doi.org/10.7154/RDG.1995.0009.0001>.

COLTRINARI, L. Mudanças ambientais globais e geoindicadores. *Pesquisas em Geociências*, v. 28, p. 307-314, 2001. DOI: <https://doi.org/10.22456/1807-9806.20304>.

CUNHA, A. R. da.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. *Irriga*, v. 14, p. 1-11, 2009. DOI: <https://doi.org/10.15809/irriga.2009v14n1p01>.

DESCROIX, L.; BARRIOS, J. L.G.; VIRAMONTES, D.; POULENARD, J.; ANAYA, E.; ESTEVES, M. *et tal.* Gully and sheet erosion on subtropical mountain slopes: their respective roles and the scale effect. *Catena*, v. 3, p. 325-339, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2007.07.003>.

DATAGEO. *Cartas topográficas 1:10.000*. Disponível em: <https://datageo.ambiente.sp.gov.br/app/?ctx=DATAGEO>. Acesso em: 20 jun. 2021.



Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia e do Departamento de Geografia da UFES

Volume 2, n. 35
Julho-Dezembro, 2022
ISSN: 2175-3709

DEN ECKHAUT, M. VAN; MARRE, A.; POESEN, J. Comparison of two landslides susceptibility assessments in the Chamapagne-Ardenne region (France). *Geomorphology*, v. 115, n. 1-2, p. 141-155, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2009.09.042>.

EMBRAPA. *Sistema Brasileiro de Classificação dos solos*. Rio de Janeiro: Embrapa, 2018.

EMPLASA. *Ortofotos digitais de 2010*. São Paulo: EMLASA, 2010. Escala 1:25.000.

GOOGLE. *Google earth*. Versão 9.150.0.2. [S.I.]: Google LLC. Disponível em: <https://earth.google.com/web/>. Acesso em: 9 mai. 2021.

GOUDIE, A. Human influence in geomorphology. *Geomorphology*, v. 7, p. 37-97, 1993. DOI: [https://doi.org/10.1016/0169-55X\(93\)90011-P](https://doi.org/10.1016/0169-55X(93)90011-P).

GUERRA, A. J. T. Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, A. J. T., CUNHA, S. B. *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994. p. 149-196.

GUPTA, A. Geoindicators for tropical urbanization. *Environmental Geology*, v. 42, p. 739-742, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00254-002-0551-x>.

HAFF, P. K. Neogeomorphology, prediction, and the anthropic landscape. In: WILCOCK, P. R.; IVERSON, R. M. (orgs.). *Prediction in geomorphology*. Washington DC: American Geophysical Union, 2003, p. 15-26.

IBGE. *Malha municipal*. 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html?=&t=downloads>. Acesso em: 15 jun. 2021.

IBGE. *Manual técnico de Uso da Terra*. Rio de Janeiro: IBGE, p. 170, 2013.

IG. *Folha Bauru*. São Paulo: IG, 1984. Escala 1:50.000.

INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Mapeamento sistemático do estado de São Paulo*. São Paulo: IGC, 1979. Escala 1:10.000.

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, v. especial, p. 31-36, 1995. DOI:

<http://dx.doi.org/10.5935/0100-929X.19950008>.

MATHIAS, D. T. *Contribuição Metodológica para o diagnóstico da dinâmica erosiva linear e seu prognóstico evolutivo visando subsidiar projetos de recuperação*. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologias, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Presidente Prudente, 2016.

MIYAZAKI, L. C. P.; OLIVEIRA, A. A. G. Anáglifo, fotointerpretação e imagens do Google Earth como alternativa para elaboração do mapeamento geomorfológico da Serra do Corpo Seco, Ituiutaba, MG (Brasil). *Revista Ibero-Afro-Americana de Geografia Física e Ambiente*. v. 2, n. 2, p. 43-65, 2020. DOI: <https://doi.org/10.21814/physisterrae.2978>.

NIR, D. *Man, a geomorphological agent: an introduction to anthropic geomorphology*. Jerusalém: Katem Pub; 1983.

PELLOGIA, A. U. G. A cidade, as vertentes e as várzeas: a transformação do relevo pela ação do homem no município de São Paulo. *Revista do Departamento de Geografia*, v. 16, p. 24-31, 1995. DOI: <https://doi.org/10.7154/RDG.2005.0016.0002>.

PINTON, L. G.; CUNHA, C. M. L. O uso de geoindicadores em paisagem rural: subsídios à análise das mudanças morfológicas antropogênicas da Bacia do Córrego do Cavalheiro – Analândia (SP). *Revista do Departamento de Geografia*, v. 29, p. 1-19, 2015. DOI: <https://doi.org/10.11606/rdg.v29i0.102128>.

RODRIGUES, C. Qualidade ambiental urbana: como avaliar? *Revista do Departamento de Geografia*, v. 11, p. 152-162, 1997. DOI: <https://doi.org/10.4154/RDG.1997.011.0011>.

RODRIGUES, C. Morfologia original e morfologia antropogênica na definição de unidades espaciais de planejamento urbano: exemplo na metrópole paulista. *Revista do Departamento de Geografia*, v. 17, p. 101-111, 2005. DOI: <https://doi.org/10.7154/RDG.2005.0017.0008>.

RODRIGUES, C. Avaliação do impacto humano da urbanização em sistemas hidrogeomorfológicos. Desenvolvimento e aplicação de metodologia na grande São Paulo. *Revista do Departamento de Geografia*, v. 20, p. 111-125, 2010. DOI: <https://doi.org/10.7154/RDG.2010.0020.0008>.

ROSS, J. L. S. Análise e síntese na abordagem geográfica da pesquisa para o planejamento ambiental. *Revista do Departamento de Geografia*, v. 9, p. 65-75, 1995. DOI: <https://doi.org/10.7154/RDG.1995.0009.0006>.

SCHMIDT, K. H.; BEYER, I. High-magnitude landslide events on



Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia e do Departamento de Geografia da UFES

Volume 2, n. 35
Julho-Dezembro, 2022
ISSN: 2175-3709

a limestone-scarp in central Germany: morphometric characteristics and climatic controls. *Geomorphology*, v. 49, n. 3 e 4, p. 323-342, 2002. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0169-555X\(02\)00193-9](https://doi.org/10.1016/S0169-555X(02)00193-9).

SILVA, M. M.; LUPINACCI, C. M. Análise das alterações antropogeomorfológicas na Bacia do Rio Cabeça (SP) a partir do uso de geoindicadores. *Geografias*, v. 29, p. 1-22, 2021. DOI: <https://doi.org/10.35699/2237-549X.2021.25303>.

SIMON, L. H. S. *A dinâmica de uso da Terra e sua interferência na morfohidrografia da bacia do arroio Santa Bárbara, Pelotas (RS)*. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro: 2007.

SOAREAS, P. C. *O Mesozóico gondwânico no estado de São Paulo*. Tese (Doutorado em Geologia) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro: 1973.

SOUZA, T. A.; OLIVEIRA, R. C. Avaliação da potencialidade de imagens tridimensionais em meio digital para o mapeamento geomorfológico. *Revista Geonorte*, v. 2, p. 1348-1355, 2012.

STEFANUTO, E. B.; LUPINACCI, C. M. Análise da dinâmica erosiva presente no setor cuestasiforme de Analândia (SP). In: XXI Encontro Nacional da Associação de Pós-Graduação em Pesquisa - ENAPEGE, n. 21; 2017, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: UFRGS, 2017, p. 11.625-11.636.

TRAFICANTE, D. P.; CAMPOS, S.; MANZIONE, R. L.; RODRIGUES, B. T. Fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do Rio Capivara, Botucatu, SP. *Revista Energia na Agricultura*, v.32, p. 88-95, 2017. DOI: <https://doi.org/10.17224/EnergAgric.2017v32n1p88-95>.

TRICART, J. *Principes et méthodes de la geomorphologie*. Paris: Masson et Cie. Éditeurs; 1965.

VANACKER, V. *et al.* Land use impacts on soil erosion and rejuvenation in Southern Brazil. *Catena*, v. 178, p. 256-266, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2019.03.024>.

VERSTAPPEN, F. A. S.; ZUIDAN, R. A. Van. *ITC System of geomorphological survey*. Enschede: International Institute for Aerial Surveyland Earth Sciences; 1975.

ZANATTA, F. A. S.; LUPINACCI, C. M.; BOIN, M. N. O sistema de capacidade de uso da terra como instrumento para análise de área rural degradada. *Caminhos de Geografia*, v. 20, p. 55-77, 2019. DOI: <https://doi.org/10.14393/RCG207241496>.