

## **EROSÃO DE SOLOS NO PONTAL DO PARANAPANEMA E BACIAS DO RIO DO PEIXE E DO RIO CAPIVARA, SÃO PAULO**

*SOIL EROSION IN PONTAL DO PARANAPANEMA*

*AND BASIN OF THE RIO DO PEIXE AND CAPIVARA RIVER, SÃO PAULO*

### **RESUMO**

O Pontal do Paranapanema e a Bacia do Rio do Peixe possui uma das maiores concentrações de processos erosivos no Estado de São Paulo, cuja pesquisa visa apresentar os aspectos geográficos relacionados ao desenvolvimento de erosões lineares. A partir de uma base de dados em sistema de informação geográfica, foram produzidos mapas da distribuição dos focos erosivos na Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Pontal do Paranapanema e Bacias do Rio do Peixe e do Rio Capivara, na região de Presidente Prudente e Marília, interior de São Paulo. A partir da cartografia produzida no sistema de informação geográfica QGIS, foram apresentados os mapas de solos e de cobertura da terra, com os dados sobre a distribuição das erosões lineares em relação aos tipos de solos e formas de cobertura da terra. Os resultados da pesquisa apresentam 86% das erosões lineares estão distribuídas em Argissolos, com a predominância em áreas de pastagens, em decorrência de erodibilidade e compactação do solo.

**Palavras-Chave:** Argissolos; pastagens; sistema de informação geográfica.

### **ABSTRACT**

The Pontal do Paranapanema and the Rio do Peixe Basin have one of the highest concentrations of erosive processes in the State of São Paulo, whose research aims to present the geographical aspects related to the development of linear erosions. From a database in a geographic information system, maps of the distribution of erosive foci in the Water Resources Management Unit of Pontal do Paranapanema and the Peixe River and Capivara River Basins were produced, in Presidente Prudente and Marília regions, São Paulo country. From the cartography produced in the QGIS geographic information system, soil and land cover maps were presented, with data on the distribution of linear erosion in relation to soil types and forms of land cover. The results of the research show that 86% of linear erosions are distributed in Ultisols, with predominance in pasture areas, due to erodibility and soil compaction.

**Keywords:** Ultisols; pasture; geographic information system.

 Alyson Bueno Francisco <sup>1</sup>

1 – Universidade Estadual Paulista (UNESP),  
São Paulo, SP, Brasil.

Correspondência: [alysonbueno@gmail.com](mailto:alysonbueno@gmail.com)

Recebido em: 29-04-2024

Aprovado em: 30-07-2024



Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença Creative Commons BY-NC-SA 4.0, que permite uso, distribuição e reprodução para fins não comerciais, com a citação dos autores e da fonte original e sob a mesma licença.



## **INTRODUÇÃO**

A erosão hídrica é um fenômeno que afeta populações dos países em desenvolvimento e regiões com desigualdades sociais, impactando na segurança alimentar e na qualidade das águas superficiais pelo assoreamento dos fundos de vale. Essa intensidade dos processos de perdas de solos pode se agravar devido às mudanças ambientais pelo desmatamento, ausência de práticas conservacionistas e compactação do solo pela pecuária, concentrações das precipitações pluviais e perda da biodiversidade do solo. Nas áreas tropicais, principalmente com degradação do solo e riscos de desertificação, a perda de solo representa impactos irreversíveis às populações locais e alterações de intensidades nos sistemas ambientais (GOLOSOV; WALLING, 2019).

No mundo existe 1,6 bilhão de hectares de áreas cultivadas, sendo cerca de 217 milhões de hectares estão em condições de degradação irreversíveis pela ação da erosão hídrica e cerca de 780 milhões de hectares estão em condições de degradação moderada (MORGAN, 2005).

A perda de solo pode ser monitorada pela geração de bases de dados, com a possibilidade de produção de informações geográficas nas diversas escalas, cujas tecnologias de geoprocessamento e sensoriamento remoto contribuem nas pesquisas, no cenário das mudanças climáticas (PANAGOS et al., 2022).

No Brasil, as perdas de solo são estimadas em aproximadamente 848 milhões de toneladas ao ano. No meio rural pelas atividades agrícolas, a erosão de solos pode ser controlada pelas corretas práticas de manejo e conservação do solo. No espaço urbano o problema da perda acelerada de solos pode ser gerado pelas condições de escoamento das águas pluviais nas áreas urbanas, bem como devido os escoamentos concentrados pelas condições de degradação do solo nas áreas rurais (MERTEN; MINELLA, 2013).

A erosão hídrica se manifesta nas formas de relevo local, principalmente através de ravinas e boçorocas originárias dos escoamentos de águas pluviais no clima tropical. As formas de relevo local geradas pela erosão linear podem ser monitoradas na escala topográfica, com a produção de dados a serem analisados para indicar a intensidade das áreas mais afetadas e implantação de medidas de controle da erosão (GUERRA, 1996).

Em 2011 foi realizado um cadastro, pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, de todos os processos erosivos lineares no Estado de São Paulo, totalizando 41.262 processos (ALMEIDA FILHO; HELLMEISTER JÚNIOR, 2018).

O histórico de ocupação da região de Presidente Prudente ocorreu com a eliminação quase completa da cobertura vegetal original entre as décadas de 1910 e 1960, com a implantação da cotonicultura que ocasionou na exaustão de nutrientes do solo, e posterior, implantação de pastagens para uso das terras (LEITE, 1972).

Além das condições de ocupação territorial terem intensificado os processos erosivos, devida retirada da cobertura vegetal tornando o solo exposto à ação das precipitações e escoamentos pluviais, os solos das áreas dos divisores de águas das bacias dos rios Paranapanema e do Peixe são arenosos com altas suscetibilidades a perda. As condições climáticas com precipitações concentradas no verão, a presença de cabeceiras de drenagem em áreas com fragilidade geológica das formações areníticas e as vertentes amplas são fatores que contribuem para classificar determinados trechos da região com alta suscetibilidade à erosão (BOIN, 2000).

Em relação à fragilidade dos solos, a região do Pontal do Paranapanema possui um predomínio de Argissolos e Latossolos com textura arenosa, em áreas de vertentes amplas (DIBIESO, 2013). Os solos do Pontal do Paranapanema apresentam baixos valores de elementos necessários à fertilidade para a produção agrícola em larga escala, principalmente para culturas tais como a cana-de-açúcar, com índices de 0,5 g/kg de potássio e magnésio, e alta presença de alumínio, elemento indicador de acidez. A respeito das propriedades físicas dos solos cultivados com cana-de-açúcar no Pontal do Paranapanema, foram identificadas texturas médias e grosseiras com presença de areias finas e médias na predominância das análises granulométricas, com médias de 45% de areia fina (ALVES et al., 2018). Na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Pontal do Paranapanema foram identificadas 3.250 erosões lineares.

Em relação à Bacia do Rio do Peixe, o curso principal possui 398 km de extensão, desde a nascente localizada no Planalto Residual de Marília com arenitos pouco consolidados até a foz com o Rio Paraná. A litologia da Bacia do Rio do Peixe possui áreas de terraços fluviais datadas do Quaternário, com depósitos coluviais e terrenos com tendência natural à erosão pela atividade neotectônica (ETCHEBEHERE et al., 2004).

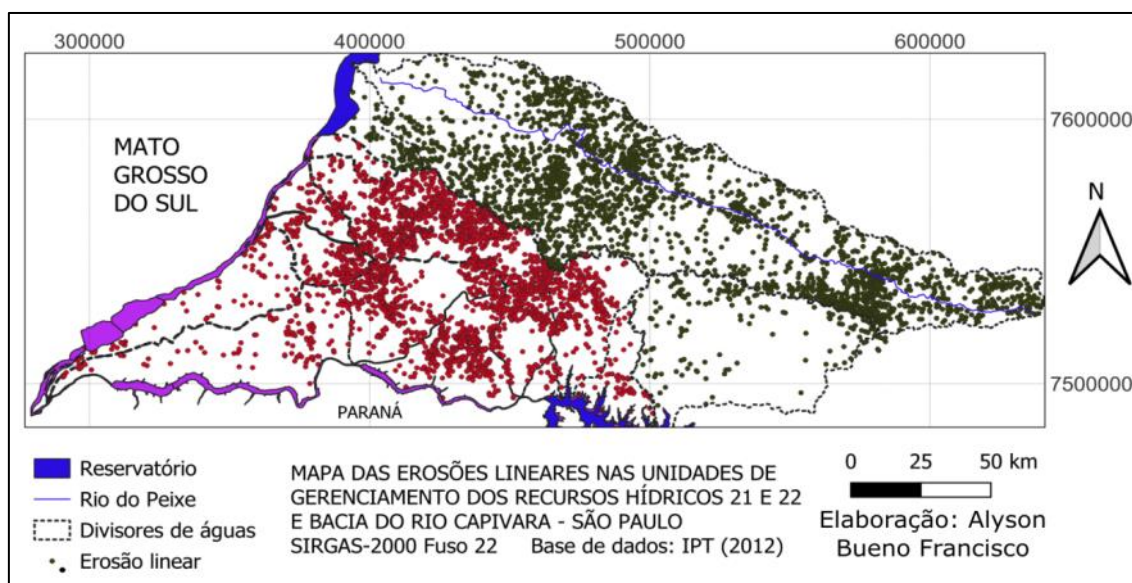
A cobertura da terra na Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Pontal do Paranapanema e Bacias do Rio do Peixe e Capivara possuem o predomínio de áreas de pastagens, sendo gradativamente substituídas por áreas de plantio de cana-de-açúcar, e demais culturas (amendoim, algodão e soja, predominantes), devida implantação de destilarias sucroalcooleiras (BARRETO; THOMAZ JÚNIOR, 2012).

O trecho médio do Rio do Peixe é formado por morrotes alongados e espigões divisores de águas distribuídos entre Osvaldo Cruz e Sagres na porção central até Regente Feijó nos espigões divisores com a Bacia do Rio Pirapozinho, com áreas de dissecação alta em Argissolos. Na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Rio do Peixe foram identificadas 5.364 boçorocas rurais e 89 boçorocas urbanas (ALMEIDA FILHO; HELLMEISTER JÚNIOR, 2018).

A Bacia do Rio Capivara possui Nitossolos Vermelhos e Latossolos Roxos com baixa suscetibilidade à erosão, em toda parte sul. Na Bacia do Rio Capivara foram identificadas 150 feições erosivas.

Nas unidades territoriais analisadas no cadastro realizado dessa pesquisa, foram identificadas 8.764 feições erosivas lineares, correspondendo a 21% dos processos erosivos cadastros no Estado de São Paulo, visto que a área corresponde a 10,3% do território estadual. A área analisada possui 2,56 milhões de hectares, com representação na figura 1 ao apresentar a distribuição geográfica dos focos erosivos lineares na Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Pontal do Paranapanema, Bacia do Rio do Peixe e Bacia do Rio Capivara.

Figura 1 - Mapa das erosões lineares na UGRHI 22, Bacias do Rio do Peixe e do Rio Capivara



Fonte: Francisco, A. B. (2024)

Diante da quantidade relevante de focos erosivos na região analisada, este estudo visa apresentar dados quantitativos sobre a distribuição das erosões lineares, com relação ao tipo de solos e cobertura da terra.

## METODOLOGIA

A metodologia utilizada nesta pesquisa foi de geoprocessamento de dados vetoriais no sistema de informação geográfica QGIS. A base de dados com os pontos de erosões lineares foi cedida pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (2012), devido ao contato dos autores com o órgão. O mapa das erosões lineares, representadas por pontos como vetores, foi elaborado no sistema de informação geográfica QGIS, cujos pontos foram importados no banco de dados geográfico. O recurso disponível no QGIS fornece a quantidade de pontos representativos das erosões lineares ao selecionar uma determinada área da bacia hidrográfica, cujos dados foram anotados em planilha para elaboração das tabelas.

No banco de dados do sistema de informação geográfica QGIS foram realizados procedimentos de criação de vetores com polígonos para representar os tipos de solos e as formas de cobertura da terra. A imagem em formato raster do Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (OLIVEIRA et al., 1999) foi georreferenciada no banco de dados, para posterior vetorização dos tipos de solos existentes na Unidade de Gerenciamento dos

Recursos Hídricos do Pontal do Paranapanema, Bacia do Rio do Peixe e Bacia do Rio Capivara. Os polígonos que representam as bacias hidrográficas no banco de dados elaborado no sistema de informação geográfica QGIS foram obtidos de uma base da Agência Nacional de Águas (2024).

As informações sobre as áreas de plantio de cana-de-açúcar e pastagens foram obtidas com análises das imagens de sensoriamento remoto no software Google Earth Pro, cujos polígonos das áreas foram vetorizados e importados para o sistema de informação geográfica QGIS. A vetorização de áreas no software Google Earth Pro permite a geração de um arquivo que pode ser importado no sistema de informação geográfica QGIS. No banco de dados em QGIS, as áreas podem ser editadas para geração dos produtos cartográficos.

Como exemplo de erosão urbana, foi produzida a carta da boçoroca do Ribeirão do Bugio, localizada em Quatá, com a vetorização no software Google Earth Pro e importação dos dados no projeto do sistema de informação geográfica QGIS, juntamente com a malha urbana da cidade de Quatá, disponível na página eletrônica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

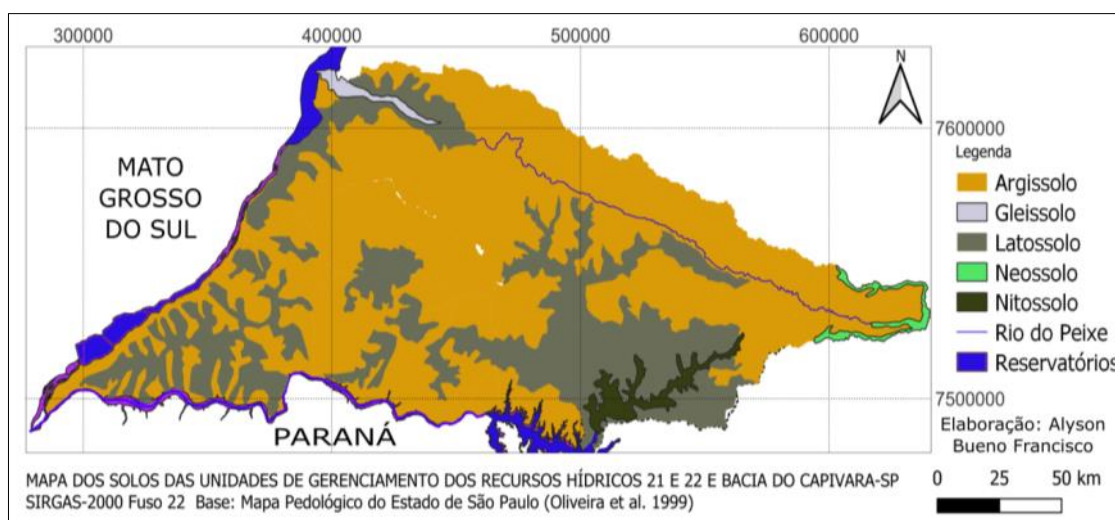
Em decorrência da concentração de erosões lineares na Bacia do Rio Santo Anastácio, pertencente a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Pontal do Paranapanema, foi elaborada uma carta com a distribuição pontual dos focos erosivos.

A partir dos dados analisados pela distribuição das erosões lineares, foi gerado um mapa da sub-bacia mais afetada, a Bacia do Rio Santo Anastácio, com a análise espacial de densidade pontual (Kernel), a partir de metodologia apresentada por Câmara e Carvalho (2004), no sistema de informação geográfica QGIS.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O mapa da figura 2 mostra a distribuição geográfica dos solos na Bacia do Rio do Peixe, Bacia do Rio Capivara e Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Pontal do Paranapanema.

Figura 2 - Mapa pedológico da UGRHI 22 e bacias do Rio do Peixe e Capivara



Fonte: Francisco, A. B. (2024)

Diante do mapa é possível destacar a predominância do Argissolo na escala regional, sendo um solo com erodibilidade de 0,051 Mg/ha/ano. Em comparação, os Latossolos em trechos de divisores de águas em cerca de 30% da área, possuem erodibilidade de 0,016 Mg/ha/ano (FREIRE; GODOY; CARVALHO, 1992). Na Bacia do Rio Capivara é notável a presença do Nitossolo, com baixíssima erodibilidade, representando os trechos com menor distribuição dos processos erosivos.

A tabela 1 apresenta a maior quantidade de focos erosivos na área dos Argissolos (86%), com aproximadamente 13% das erosões lineares distribuídas em Latossolos.

Tabela 1 - Quantidade de erosões lineares pelos tipos de solos

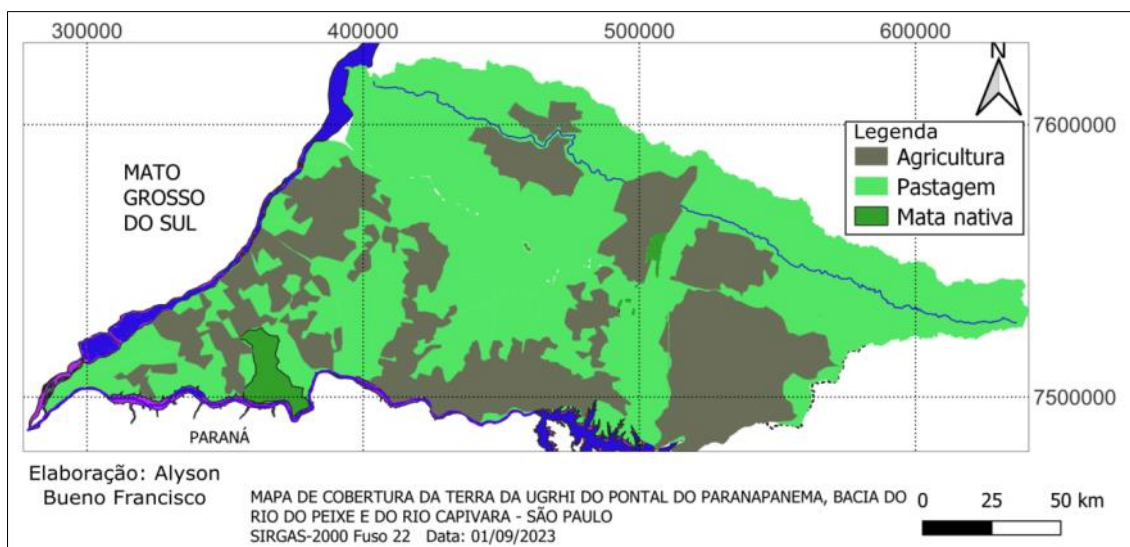
| Tipo de solo | Erosões lineares |
|--------------|------------------|
| Argissolo    | 7.582            |
| Latossolo    | 1.151            |
| Neossolo     | 28               |
| Nitossolo    | 3                |

Fonte: Francisco, A. B. (2024)

O mapa da figura 3 apresenta as classes de cobertura da terra no Pontal do Paranapanema e Bacia do Rio do Peixe e Bacia do Rio Capivara, com predomínio de pastagens, com uma expansão das áreas de cultivo de cana-de-açúcar.



Figura 3 - Mapa de cobertura da terra na UGRHI 22 e Bacias do Rio do Peixe e Capivara



Fonte: Francisco, A. B. (2024)

A tabela 2 apresenta as áreas de cobertura da terra do território analisado, com aproximadamente 61% em área de pastagem, 35,5% em área de agricultura e 1,6% da cobertura original florestal mantida. Em relação ao número de erosões, 82% estão localizadas em áreas de pastagens e 12% das erosões em áreas de agricultura, com predomínio da cana-de-açúcar.

Tabela 2 - Cobertura da terra e número de erosões lineares na UGRHI 22 e Bacia do Rio do Peixe

| Classe          | Erosões lineares |
|-----------------|------------------|
| Agricultura     | 1.051            |
| Área periurbana | 525              |
| Pastagem        | 7.186            |

Fonte: Francisco, A. B. (2024)

Apesar da área de agricultura na região analisada ter aumentado nos últimos anos, com a substituição da pastagem pela lavoura de cana-de-açúcar, as áreas de Argissolos, mais suscetíveis ao desenvolvimento dos processos erosivos, representam estimativas elevadas de perdas de solo, principalmente se utilizadas pela lavoura (FRANCISCO, 2023).

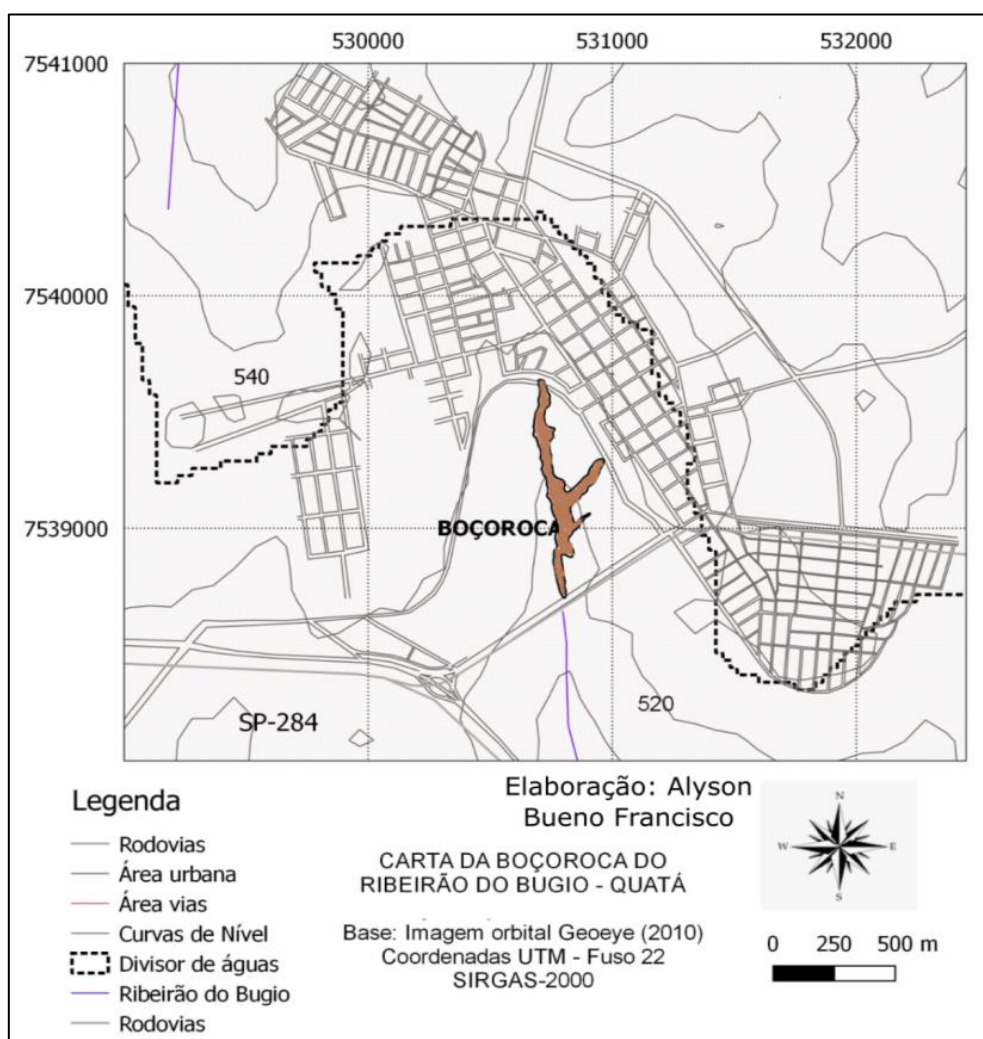
No contexto do espaço rural de cobertura da terra, ocorre a existência de pastagens degradadas na maioria da extensão territorial, tendo uma concentração dos processos erosivos lineares nos municípios de Álvares Machado, Martinópolis, Quintana, Presidente Bernardes e Rancharia. Sobre a concentração de erosões lineares, a Bacia do



Rio Santo Anastácio foi identificada como a mais preocupante, com concentrações significativas nos municípios de Caiuá, Piquerobi, Presidente Bernardes e Santo Anastácio.

A respeito da erosão urbana, como foi apresentado na Tabela 2 pelo total de 525 erosões em áreas periurbanas, a cidade de Quatá, localizada na Bacia do Rio Capivara, possui a maior boçoroca da região com uma área de 5 hectares, sendo representada na carta da figura 4.

Figura 4 – Carta da boçoroca do Ribeirão do Bugio, Quatá-São Paulo

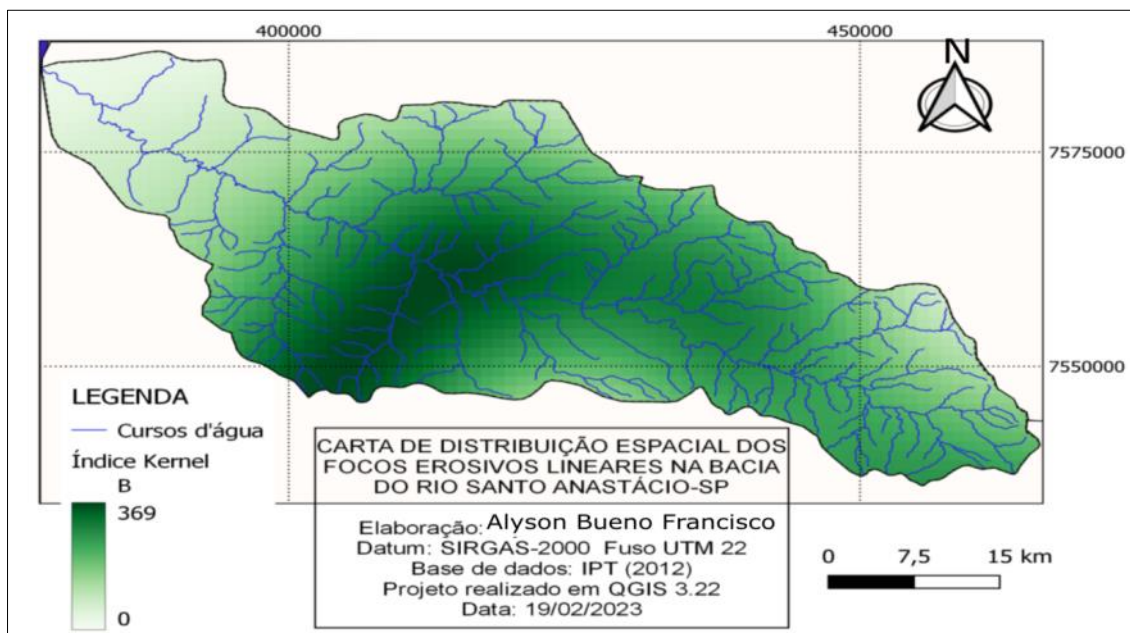


Fonte: Francisco, A. B. (2024)

A Bacia do Rio Santo Anastácio, pertencente à Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Pontal do Paranapanema, possui 1.225 focos erosivos. Em virtude dessa concentração de focos erosivos, é apresentada a figura 5 da Bacia do Rio Santo Anastácio para destacar a densidade pontual das erosões lineares.

Na parte territorial sudoeste e central da Bacia do Rio Santo Anastácio foi identificada com concentração de focos erosivos, sendo uma área de expansão das atividades da lavoura sucroalcooleira no Pontal do Paranapanema.

Figura 5 - Carta da densidade de erosões lineares na Bacia do Rio Santo Anastácio



Fonte: Francisco, A. B. (2024)

Em síntese, os resultados cartográficos demonstram nas escalas da bacia hidrográfica de unidade de gerenciamento de recursos hídricos, a sub-bacia do Rio Santo Anastácio e o caso da erosão urbana em Quatá como uma relação importante das escalas geográficas para compreensão dos processos erosivos lineares.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados da presente pesquisa destacaram a importância do banco de dados geográfico em sistema informacional, com a relação da Geomorfologia e Pedologia nos conhecimentos sobre os processos erosivos que ocorrem nas bacias hidrográficas. A produção de informações geográficas georreferenciadas contribui na análise dos geógrafos físicos para indicar propostas às políticas públicas e órgãos competentes na busca pela resolução do problema da erosão de solos.

A compreensão dos processos erosivos precisa de documentos cartográficos na escala das bacias hidrográficas, visto que a perda de solo na região do Pontal do Paranapanema é hídrica. A Geografia Física é uma área importante para compreender as

causas das perdas de solo, indicar as áreas mais afetadas e as medidas executivas de controle de erosão em parcelas experimentais.

Os estudos geográficos de dinâmica dos fenômenos no espaço podem ser analisados com base em informações cartográficas, cuja precisão dos dados de sensoriamento remoto em alta resolução (maior que 1 metro) é exemplo das contribuições tecnológicas para produzir um conhecimento e resolução do problema.

Os avanços tecnológicos com o uso dos sistemas de informação geográfica, como foram apresentados no banco de dados em QGIS, favorecem a atualização das informações sobre os processos erosivos, que ocorrem nas microbacias hidrográficas.

A erosão de solos é um fenômeno a ser quantificado incluindo a geração de documentos cartográficos e bases de dados para sua melhor compreensão, cujo geógrafo é um profissional que compreende as causas desse fenômeno.

A erosão hídrica é um fenômeno, cuja intensidade pode ser controlada com a implantação de recuperação de áreas degradadas nas bacias hidrográficas, visto que os processos hidrológicos ocorrem nas redes de drenagem. As políticas públicas possuem projetos direcionados aos comitês das bacias hidrográficas, a partir de inventários, das condições de degradação dos solos, formas de ocupação e cobertura da terra e aspectos relacionados à Geografia Física do território. A elaboração de bases de dados geográficos sobre os processos erosivos lineares é um dos exemplos de projetos em órgãos técnicos e atividades de pesquisa nas universidades.

Os documentos cartográficos sobre os processos erosivos podem ser apresentados aos órgãos públicos competentes para a implantação das políticas de controle da erosão urbana e rural, com o apoio de técnicos e contribuição dos geógrafos físicos na análise acadêmica desse fenômeno.

Como análise da Geografia Física nesta pesquisa, torna-se relevante um estudo aplicado aos processos erosivos na região do Pontal do Paranapanema, caracterizada por questões de uso da terra com pastagens extensivas e introdução da cana-de-açúcar no contexto paulista da agroindústria. Em suma, a Geografia Física contribui com a produção de um conhecimento integrado com as áreas da Geomorfologia e Pedologia, com diálogos na Geografia Humana, com processos erosivos existentes no campo e nas cidades.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Catálogo de Metadados: Unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos. Disponível em <<https://metadados.snirh.gov.br>> Acesso em: 10 abr. 2024.
- ALMEIDA FILHO, G. S.; HELLMEISTER JÚNIOR, Z. Erosão hídrica na bacia hidrográfica do Rio do Peixe, São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL, Anais..., 16., 2018.
- ALVES, M. R.; MIRANDA, L. P. M.; SOUZA, P. T.; ROCHA, A. C.; SENA, K. N.; TROLEIS, M. J. B.; MONTANARI, R. Espacialidade de atributos de solos cultivados com cana-de-açúcar no Pontal do Paranapanema. *Colloquium Agrariae*, v. 14, n. 2, p. 81-97, 2018.
- BARRETO, M. J.; THOMAZ JUNIOR, A. Os impactos territoriais da monocultura da cana-de-açúcar no Pontal do Paranapanema. *Revista Pegada*, v.13, n.2, p. 46-68, 2012.
- BOIN, M. N. Chuvas e erosões no Oeste Paulista: uma análise climatológica aplicada. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente), Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas de Rio Claro, 2000, 220f.
- CÂMARA, G.; CARVALHO, M. Análise espacial de eventos. In: DRUCK, S.; CARVALHO, M.S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V. Análise espacial de dados geográficos. Planaltina: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2004.
- DIBIESO, E. P. Planejamento ambiental e gestão dos recursos hídricos: estudo aplicado à bacia hidrográfica do manancial do alto curso do Rio Santo Anastácio-SP. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2013, 322p.
- ETCHEBEHERE, M. L.; SAAD, A. R.; FULFARO, V. J.; PERINOTTO, J. A. J. Aplicação do índice RDE na Bacia do Rio do Peixe para detecção de deformações neotectônicas. *Revista do Instituto de Geociências da USP*, v.4, n.2, p. 43-56, 2004.
- FRANCISCO, A. B. Distribuição geográfica das erosões lineares em áreas de cultivo de cana-de-açúcar e Argissolos na Bacia do Rio Santo Anastácio. *Caderno Prudentino de Geografia*, n. 45, v.1, p. 24-38, 2023.
- FREIRE, O.; GODOY, M. C. T. F.; CARVALHO, W. A. Erodibilidade de alguns solos do oeste do estado de São Paulo. *Revista de Geografia*, São Paulo, n.11, p. 77-87, 1992.
- GOLOSOV, V., WALLING, D. E. Erosion and sediment problems: global hotspots. Paris: UNESCO, 2019.
- GUERRA, A. J. T. Técnicas e métodos utilizados no monitoramento dos processos erosivos. *Sociedade e Natureza*, v.8, 1996.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Cadastramento de pontos de erosão e inundação no Estado de São Paulo. São Paulo: Departamento de Águas e Energia Elétrica, 2012.

- LEITE, J. F. A Alta Sorocabana e o espaço polarizado de Presidente Prudente. Presidente Prudente: Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Presidente Prudente, 1972.
- MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. G. The expansion of Brazilian agriculture: soil erosion scenarios. *International Soil and Water Conservation Research*, v.1, n.3, p. 37-48, 2013.
- MORGAN, R. P. C. *Soil erosion and conservation*. 3.ed. Oxford: Blackwell Publishing, 2005.
- OLIVEIRA, J. B.; CAMARGO, M. N.; ROSSI, M.; CALDERANO FILHO, B. Mapa pedológico do Estado de São Paulo. Escala: 1: 500.000, Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1999.
- PANAGOS, P., BORRELLI, P., MATTHEWS, F., LIAKOS, L., BEZAK, N., DIODATO, N., BALLABIO, C. Global rainfall erosivity projections for 2050 and 2070. *Journal of Hydrology*, v. 35, n. 610, p. 245-253, 2022.