

DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DAS EROSÕES LINEARES EM ÁREAS DE CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR E ARGISSOLOS NA BACIA DO RIO SANTO ANASTÁCIO-SP

Alyson Bueno Francisco

Universidade Estadual Paulista, Campus de Presidente Prudente, São Paulo, Brasil

Email: alysonbueno@gmail.com

Resumo

A bacia do Rio Santo Anastácio foi diagnosticada com 1.225 focos erosivos lineares, com a maior concentração de ravinas e voçorocas na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Pontal do Paranapanema. O objetivo da pesquisa é apresentar produtos cartográficos da UGRHI do Pontal do Paranapanema e da bacia do Rio Santo Anastácio, para destacar a distribuição geográfica dos focos erosivos em relação às áreas de expansão da cana-de-açúcar e presença dos processos erosivos nas vertentes com Argissolos. Na elaboração dos produtos cartográficos de análise da distribuição dos focos erosivos e as relações com as áreas de cana-de-açúcar e presença de Argissolos, foi implantado um banco de dados geográfico no QGIS. O cadastro dos focos erosivos foi obtido do Instituto de Pesquisas Tecnológicas em levantamento realizado em 2012. A área de distribuição do plantio de cana-de-açúcar foi proveniente de dados do programa Canasat do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, com dados de 2013. A vetorização das áreas de Argissolos na base de dados foi obtida a partir do Mapa Pedológico do Estado de São Paulo, apresentado pelo Instituto Agrônomo de Campinas em 1999. Como resultado da análise espacial dos focos erosivos, foi concluído que 85,7% das erosões lineares estão localizadas em áreas de Argissolos e 20% dos focos erosivos lineares se localizam, respectivamente, em áreas de Argissolos e cultivo de cana-de-açúcar.

Palavras-chave: solos; suscetibilidade; Pontal do Paranapanema

GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION OF LINEAR EROSIONS IN AREAS OF SUGARCANE AND CLAY SOIL IN BASIN OF SANTO ANASTACIO'S RIVER

Abstract

The Santo Anastácio's River basin was diagnosed with 1,225 linear erosive foci, with the highest concentration of ravines and gullies in the Pontal do Paranapanema Water Resources Management Unit. The objective of the research is to present cartographic products of the UGRHI of Pontal do Paranapanema and the Santo Anastácio River basin, to highlight the geographical distribution of erosive foci in relation to the areas of expansion of sugarcane and presence of erosive processes in the slopes with Clay Soil. In the elaboration of the cartographic products for the analysis of the distribution of erosive foci and the relations with the areas of sugarcane and presence of Clay Soil, a geographic database was implemented in QGIS. The registration of erosive outbreaks was obtained from the Institute of Technological Research in a survey conducted in 2012. The distribution area of sugarcane planting came from data from the Canasat program of the National Institute for Space Research, with data from 2013. The vectorization of the Clay Soil areas in the database was obtained from the Pedological Map of the State of São Paulo, presented by the Agronomic Institute of Campinas in 1999. As a result of the spatial analysis of erosive foci, it was concluded that 85.7% of linear erosions are located in Clay Soil areas and 20% of linear erosive foci are located, respectively, in areas of Clay Soil and sugarcane cultivation.

Key words: soils; susceptibility; Pontal do Paranapanema

RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DES ÉROSIONS LINÉAIRES DANS LES ZONES DE CULTURE DE LA CANNE À SUCRE ET ARGILE DU SOL DANS LE BASSIN DE LA RIVIÈRE SANTO ANASTÁCIO-SP

Résumé

Le bassin de la rivière Santo Anastácio a été diagnostiqué avec 1 225 foyers érosifs linéaires, avec la plus forte concentration de ravins et de ravins dans l'unité de gestion des ressources en eau de Pontal do Paranapanema. L'objectif de la recherche est de présenter les produits cartographiques de l'UGRHI de Pontal do Paranapanema et du bassin du fleuve Santo Anastácio, de mettre en évidence la répartition géographique des foyers érosifs par rapport aux zones d'expansion de la canne à sucre et de présence de processus érosifs dans les pentes avec Argile du Sol. Dans l'élaboration des produits cartographiques pour l'analyse de la distribution des foyers érosifs et des relations avec les zones de canne à sucre et de présence d'Argile du sol, une base de données géographiques a été implémentée dans QGIS. L'enregistrement des flambées érosives a été obtenu auprès de l'Institut de recherche technologique dans une enquête menée en 2012. La zone de distribution de la plantation de canne à sucre provient des données du programme Canasat de l'Institut national de recherche spatiale, avec des données de 2013. La vectorisation des zones d'Argile du sol dans la base de données a été obtenue à partir de la carte pédologique de l'État de São Paulo, présentée par l'Institut Agronomique de Campinas en 1999. À la suite de l'analyse spatiale des foyers érosifs, il a été conclu que 85,7% des érosions linéaires sont situées dans les zones d'Argile du sol et 20% des foyers érosifs linéaires sont situés, respectivement, dans les zones d'Argile du sol et de culture de la canne à sucre.

Mots-clés: sol; susceptibilité; Pontal do Paranapanema

Introdução

A erosão de solos é um processo ocorrido pelo impacto das precipitações em áreas equatoriais e tropicais, mas as ações humanas com o desmatamento e falta de práticas de conservação do solo, intensificaram as perdas dos solos. De acordo com Morgan (2005), de 1,6 bilhão de hectares de áreas cultivadas no mundo, 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. As perdas de solo no Brasil são estimadas em aproximadamente 848 milhões de toneladas ao ano (MERTEN; MINELLA, 2013).

A respeito das intensidades da erosão acelerada e as atividades agropecuárias, Wantzen e Mol (2013), através de estimativa de produção de sedimentos em diferentes usos da terra, constataram que 65% da produção de sedimentos são atualmente provocadas pelas atividades agropecuárias.

Nos ambientes tropicais continentais, inclusive no Planalto Ocidental Paulista, o principal elemento erosivo é a água. A erosão hídrica, segundo Lepsch (2002, p. 153): “[...] é a remoção e transporte dos horizontes superiores do solo pela água. Inicia-se com o salpico de gotas de chuva diretamente sobre a superfície desprotegida e continua com a formação de enxurradas que foram sulcos de diversas proporções”. Apesar dos efeitos da

erosão laminar não serem nitidamente perceptíveis, pois o arrasto das partículas do solo pelo escoamento superficial dificilmente forma rugosidades notável no terreno, estes efeitos são apenas notados pelos produtores rurais após anos com as mudanças na coloração da superfície do solo, decréscimo da produtividade agrícola e na necessidade de alterações nas formas de manejo pela gradativa remoção dos horizontes superficiais do solo (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1999).

A erosão do tipo linear ocorre a partir da formação de incisões no solo, decorrentes da ação do escoamento superficial concentrado em linhas preferenciais. Inicialmente, a erosão do tipo linear ocorre pela formação de canais incisivos denominados sulcos que possuem entre 10 e 30 cm de largura e entre 5 e 15 cm de profundidade, sendo passíveis de correção pelo nivelamento do terreno por máquinas agrícolas (OLIVEIRA, 1994). O autor diferencia os canais rasos em sulcos e calhas. Este autor salienta:

A erosão em sulco responde ao escoamento superficial concentrado que comanda o desprendimento das partículas do solo, e o transporte das partículas desprendidas, segundo as condições hidráulicas desse escoamento. O mesmo modelo de escoamento intervém na calha que, embora de maior porte, ainda possui, lateralmente e a montante, bordas que se ajustem, sem ruptura, à superfície do terreno, ou seja, suficientemente suaves para apresentarem apenas mecanismos de erosão partícula a partícula (OLIVEIRA, 1994, p. 15).

A formação do escoamento concentrado em fluxo turbulento nas vertentes, decorrentes de períodos chuvosos, ocasiona a geração de feições erosivas lineares denominadas de ravinas. As ravinas geralmente possuem profundidade superior a 0,5 m, formato em “V” de fundo estreito e cabeceiras definidas por rupturas de declive, apenas se desenvolvem pela ação do escoamento superficial, descartando a atuação da erosão interna e do escoamento subsuperficial (OLIVEIRA, 1994). Oliveira (1994, p. 15) considera em relação às ravinas:

[...] devem ainda ser considerados mecanismos de erosão que envolvem movimentos de massa, representados pelos pequenos deslizamentos que provocam o alargamento da feição erosiva e seu avanço remontante. Por isso, suas bordas, ao contrário das calhas, são abruptas em relação à superfície original do terreno, configurando-se uma nítida ruptura instável.

Muito maiores e mais agravantes do que as ravinas, as voçorocas ou boçorocas são grandes formas erosivas derivadas da concentração do escoamento superficial e da erosão subterrânea da ação do freático, com profundidades maiores que 5 metros (OLIVEIRA, 1994). As voçorocas são formas passíveis de mapeamentos em virtude de sua dinâmica, podendo evoluir em alguns meses com diagnóstico realizado com mensurações topográficas (GUERRA, 1996).

Os processos erosivos lineares geram incisões nas vertentes em pequenas áreas, com a possibilidade de identificação em imagens de sensoriamento remoto e pesquisas a campo. Neste sentido, as formas erosivas resultantes de processos incisivos nos solos podem ser mapeadas e analisadas pelo conhecimento geográfico na integração dos diversos fatores condicionantes.

No caso do oeste do Estado de São Paulo, as boçorocas em geral presentes no Planalto Ocidental Paulista são datadas da década de 1940, período de auge dos desmatamentos e das culturas agrícolas pioneiras. A falta de um planejamento adequado que considerasse as condições pedológicas e geomorfológicas ocasionou a formação de voçorocas urbanas em inúmeras cidades das regiões de Bauru, Marília e Presidente Prudente (OLIVEIRA, 1994).

De acordo com o levantamento realizado no final da década de 1980, existiam cerca de 3 mil voçorocas ativas no Estado de São Paulo. Em 1997 foi apresentada uma atualização deste levantamento e constatou que existiam cerca de 750 boçorocas urbanas ativas no Estado de São Paulo (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS, 1997).

As perdas de solo em ritmo acelerado nas áreas degradadas do Planalto Ocidental Paulista representam danos ambientais e econômicos. Estas perdas aceleradas de solo tornaram-se um fenômeno presente em inúmeras localidades no Estado de São Paulo com a formação de formas erosivas lineares. De acordo com Almeida Filho et al. (2015) foram cadastrados 41.262 processos erosivos lineares em todo o Estado de São Paulo, sendo 30.953 grandes erosões lineares, das quais 949 foram identificadas em áreas urbanas.

De acordo com o levantamento realizado pelo IPT (2012), existem 3.250 feições erosivas lineares na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Pontal do Paranapanema (UGRHI 22).

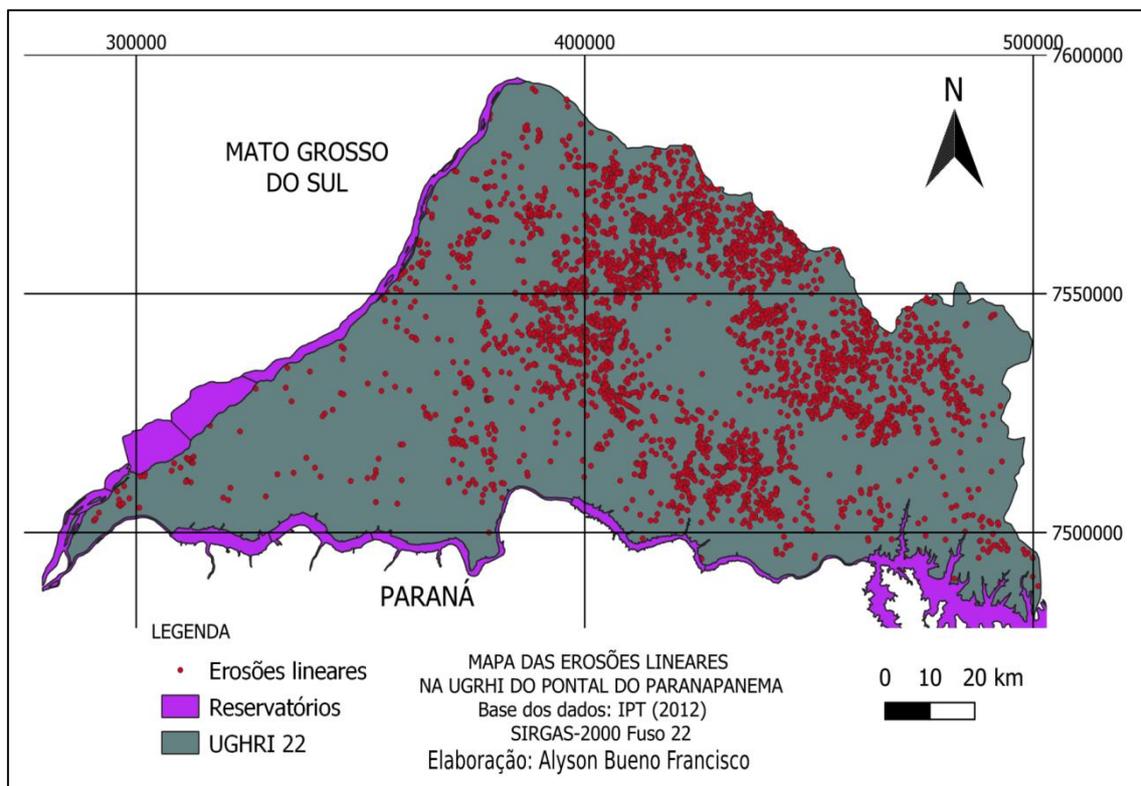
Diante desses fatores de fragilidade ambiental e das formas de uso e ocupação do solo, a região do Pontal do Paranapanema apresenta condições de degradação dos solos em

inúmeras microbacias hidrográficas, cujos processos erosivos impactam a perda do solo como recurso agricultável e gera assoreamento dos cursos d'água comprometendo a disponibilidade futura de água potável. Diante dessa problemática, torna-se importante a atuação do geógrafo no mapeamento e cadastro dos focos erosivos, juntamente com a análise das causas das condições de degradação dos solos e elaboração de propostas de recuperação das áreas degradadas.

Área de estudo

Diante das condições provocadas pela erosão hídrica e as propostas de diagnóstico ambiental para as microbacias hidrográficas, neste estudo opta-se para analisar a ocorrência dos focos erosivos lineares (ravinas e voçorocas) na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Pontal do Paranapanema. O mapa da figura 1 apresenta a distribuição espacial dos focos erosivos na Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Pontal do Paranapanema.

Figura 1. Mapa dos focos erosivos e da hidrografia na UGRHI 22



A tabela 1 apresenta a quantidade de focos erosivos nas bacias hidrográficas pertencentes à UGRHI 22.

Tabela 1. Erosões lineares identificadas nas bacias hidrográficas integrantes da UGRHI 22

Bacia hidrográfica	Número de feições erosivas lineares
Santo Anastácio	1.225
Pirapozinho	494
Rebojo	422
Laranja Doce	261
Ribeirão Anhumas	259
Pontal do Paranapanema	227
Córrego das Anhumas	190
São João	69
Jaguaretê	50
Pindaíba	37
Caiuá	16
Total	3.250

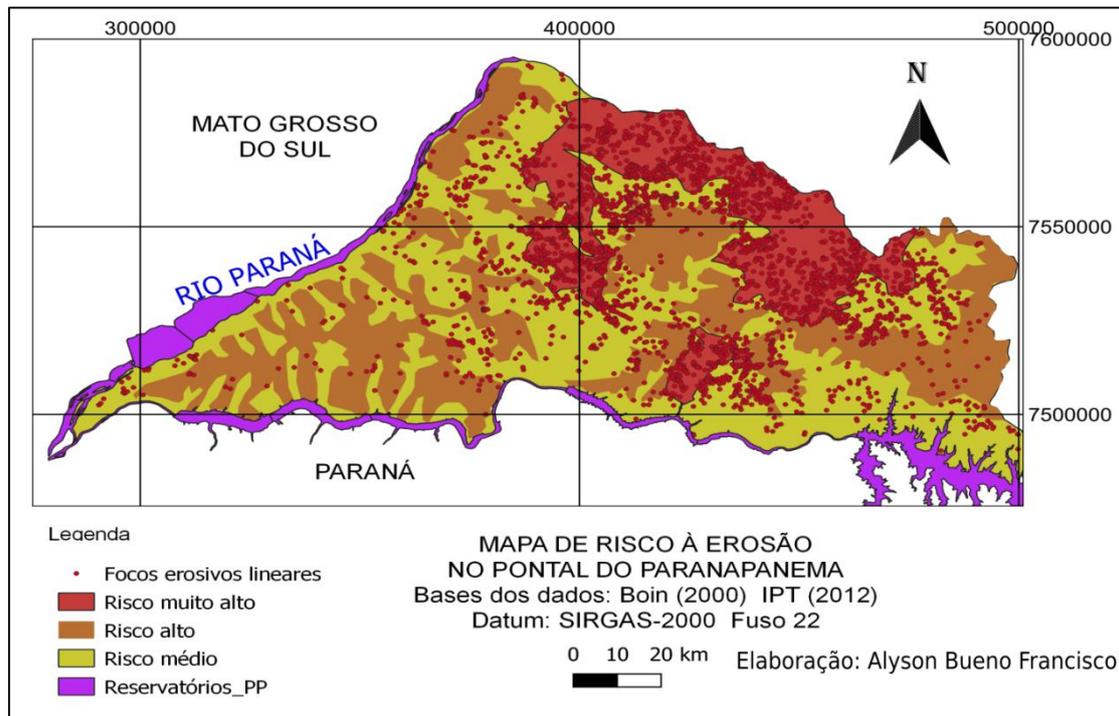
Fonte: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (2012)

A bacia do Rio Santo Anastácio apresenta o maior número de focos erosivos em virtude da extensão da área territorial, presença de Argissolos; cuja área a montante da bacia está localizada na área urbana de Presidente Prudente (microbacia do Córrego do Cedro), sendo provável que determinados processos erosivos condicionados pela ação do escoamento proveniente das áreas urbanizadas.

Além das condições de degradação do solo pelas formas de ocupação, a região do Pontal do Paranapanema possui fatores de fragilidade ambiental pela presença de solos com alta suscetibilidade à erosão. 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).

O mapa da figura 2 apresenta os graus de risco à erosão de acordo com as análises dos aspectos climáticos, pedológicos e geomorfológicos definidos por Boin (2000), juntamente com a distribuição geográfica dos focos erosivos cadastros pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (2012).

Figura 2. Mapa dos focos erosivos e riscos à erosão na UGRHI 22



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. Em relação aos Argissolos, Perusi (2001) considera que os Argissolos, ao estarem em áreas com pisoteio do rebanho e compactação, e possuírem propriedades pedológicas texturais de baixa condutividade e infiltração, podem ser suscetíveis ao desenvolvimento de ravinas. Os valores de erodibilidade do horizonte superficial dos Argissolos da região de Presidente Prudente são estimados em 0,051 Mg/ha/ano. Para os Latossolos, os valores estimados foram de 0,016 Mg/ha/ano (FREIRE; GODOY; CARVALHO, 1992).

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).

Além dos fatores de suscetibilidade natural dos solos à erosão e aspectos climáticos de precipitações concentradas no verão, a região do Pontal do Paranapanema

possui fatores de uso e ocupação do solo com mudanças da cobertura da terra que intensificam a ocorrência dos processos erosivos. O processo de ocupação da região do Pontal do Paranapanema, com culturas agrícolas sem práticas de conservação do solo até a década de 1970 (cotonicultura, principalmente) e compactação do solo pela pecuária extensiva, favoreceu a existência de inúmeras áreas degradadas. Sobre a ocupação urbana, o surgimento das cidades decorrente da implantação da linha ferroviária na década de 1910, a partir dos divisores de águas, com desmatamento e ocupação das vertentes e fundos de vale a partir da década de 1950, ocasionou o surgimento de grandes formas erosivas nas áreas urbanas. Após a exaustão dos solos com a ausência de práticas de conservação, a cotonicultura e demais culturas agrícolas foram substituídas por pastagens extensivas (LEITE, 1972).

A partir da década de 2000, o Pontal do Paranapanema foi uma região paulista com marcada expansão da cultura da cana-de-açúcar, em substituição das pastagens degradadas, em decorrência dos fatores: baixo preço da terra, relevo relativamente plano favorável à mecanização, grande disponibilidade de água, infraestrutura de logística (eixos rodoviários), proximidade com demais agroindústrias, apoio político e mão-de-obra especializada. Em contrapartida, o setor canavieiro trouxe impactos ambientais negativos para a região do Pontal do Paranapanema, tais como: uso de herbicidas com redução da biodiversidade de insetos e impactos na sericicultura, contaminação das águas pela produção do vinhoto, eliminação de árvores isoladas mesmo com a proteção de áreas de preservação próximas de cursos d'água, entre outros (BARRETO; THOMAZ JUNIOR, 2012).

A respeito da proteção ambiental e iniciativas governamentais para a conservação do solo no Pontal do Paranapanema, o Zoneamento Agroambiental do Setor Sucroenergético, proposto para o Estado de São Paulo (SECRETARIA DA AGRICULTURA, 2008), considera a apenas a área da reserva estadual do Morro do Diabo como inadequada para as atividades de uso do solo, sendo impostas algumas restrições aos municípios de Presidente Epitácio, Rosana, Euclides da Cunha Paulista e Teodoro Sampaio.

Diante dos aspectos geográficos e das informações disponíveis em bases de dados, a análise dos focos erosivos lineares na UGRHI do Pontal do Paranapanema busca uma proposta integrada dos condicionantes de fragilidade natural do relevo e do solo em relação às mudanças das formas de uso e ocupação da terra.

Procedimentos metodológicos

A base de dados das informações sobre os focos erosivos foi disponibilizada pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (2012) em formatos vetoriais no Sistema de Informação Geográfica QGIS versão 3.16. O QGIS é um SIG de licença livre desenvolvido pela organização OSGEO. Os dados dos tipos de solos foram vetorizados a partir do Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (OLIVEIRA et al., 1999).

A distribuição das áreas de plantio de cana-de-açúcar foi vetorizada a partir de dados de 2013, do programa Canasat do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, apresentada em produto cartográfico por Romagnoli (2018).

A análise da distribuição espacial dos focos erosivos na base de dados no SIG QGIS foi realizada visualmente com o uso da rotina de contagem de feições por polígonos, sendo os dados delimitados cadastrados em planilhas.

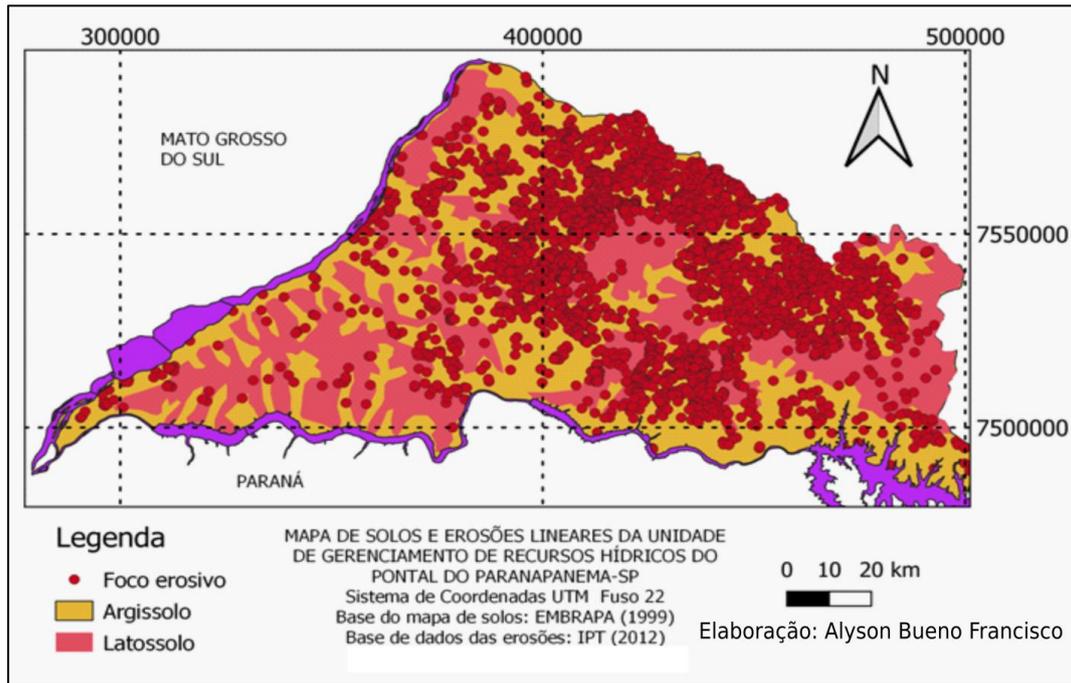
A inclusão de legendas, escalas, delimitação e coordenadas nos produtos cartográficos foi realizada no módulo de edição do SIG QGIS.

Resultados e discussão

Em relação ao tipo de solo e a distribuição dos focos erosivos, nos Latossolos foram identificadas 407 erosões lineares, enquanto nos Argissolos foram identificadas 2.843 feições erosivas lineares (85,7%).

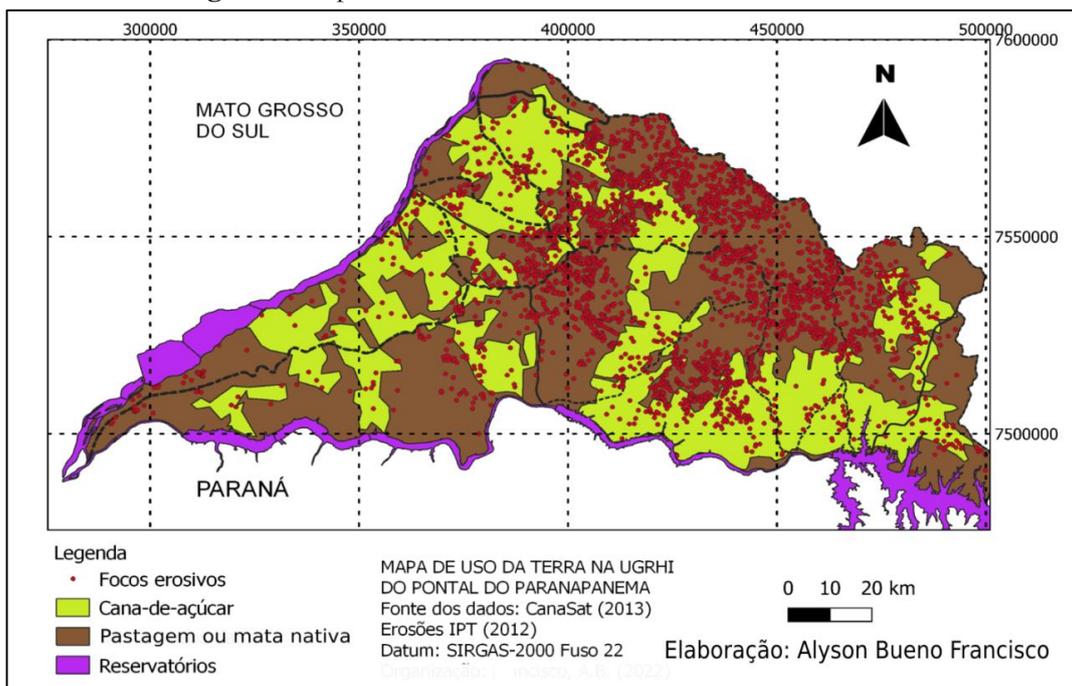
Na relação do uso da terra com a distribuição dos processos erosivos, na UGRHI 22 foram identificados 834 focos erosivos em áreas de plantio de cana-de-açúcar, correspondendo a 25,6% dos focos erosivos lineares. O mapa da figura 3 mostra a distribuição dos focos erosivos e os tipos de solos na UGRHI do Pontal do Paranapanema.

Figura 3. Mapa dos focos erosivos lineares e os tipos de solos na UGRHI 22



O mapa da figura 4 apresenta as formas de uso da terra na UGRHI 22, em 2013, com a delimitação das áreas de plantio de cana-de-açúcar, os focos erosivos e as áreas das demais formas de cobertura da terra.

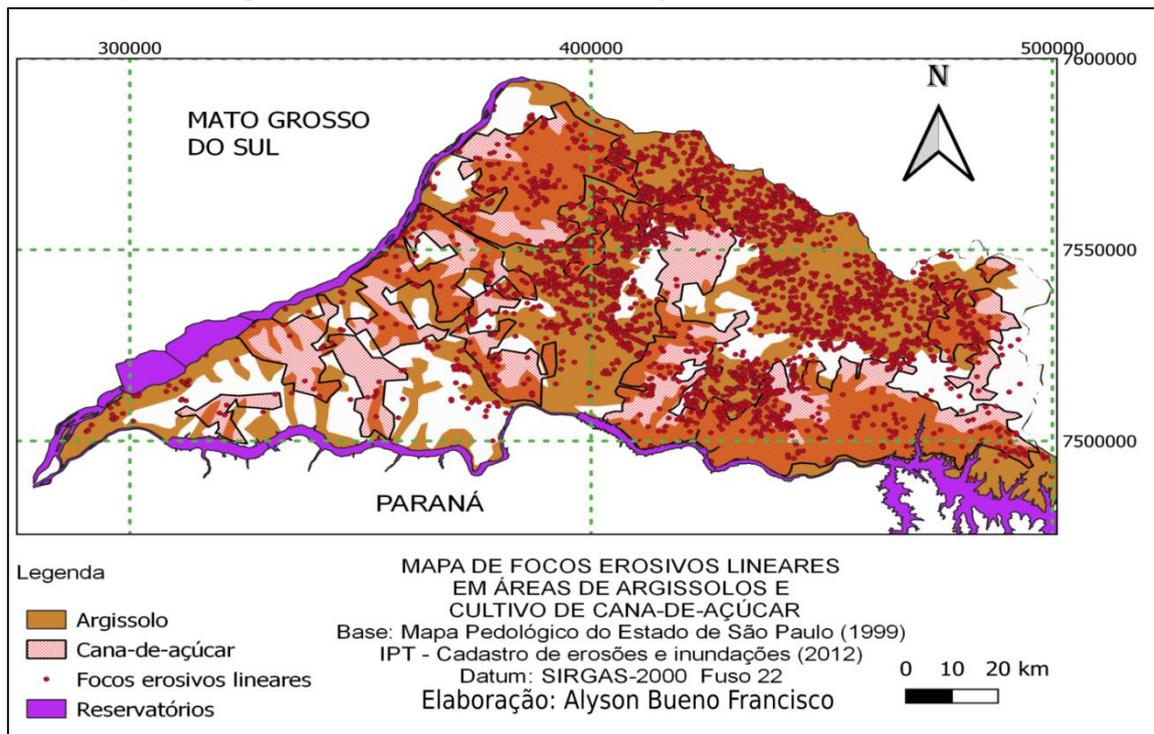
Figura 4. Mapa do uso da terra e focos erosivos na UGRHI 22



Nas áreas de distribuição dos Argissolos com o cultivo de cana-de-açúcar foram identificados 651 focos erosivos lineares, ao representar 20% dos focos identificados na UGRHI do Pontal do Paranapanema.

O mapa da figura 5 apresenta a distribuição geográfica dos focos erosivos nas áreas com cultivo de cana-de-açúcar com a presença de Argissolos.

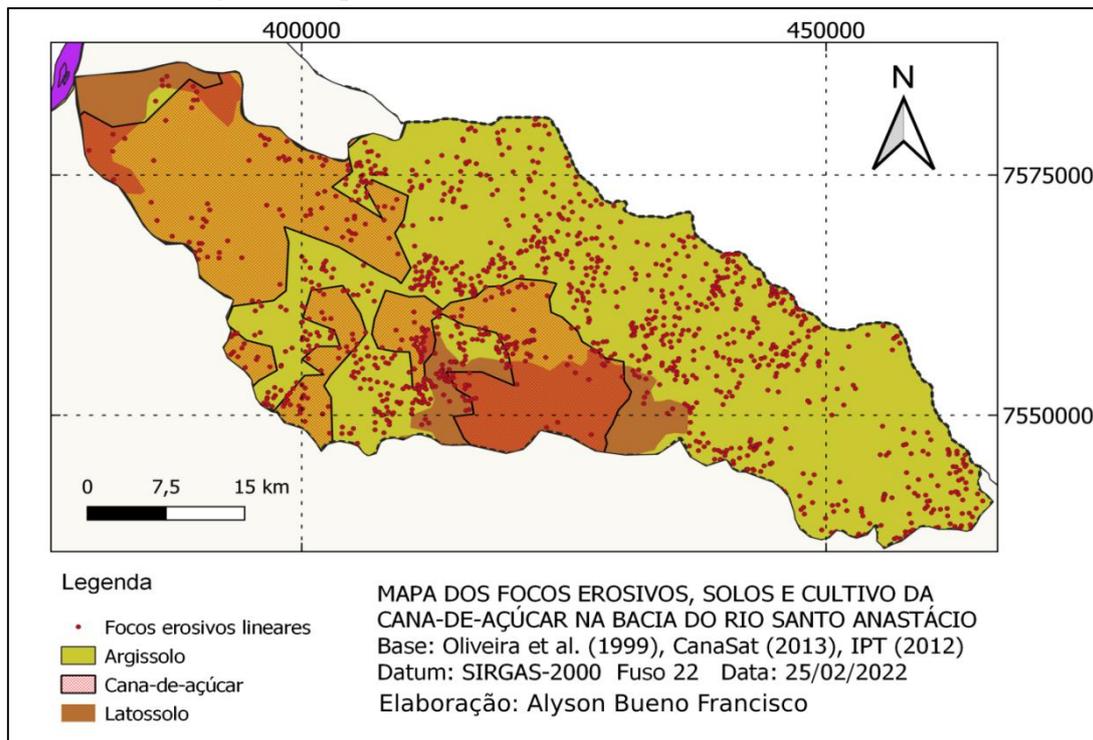
Figura 5. Mapa de focos erosivos em áreas de Argissolos e cultivo de cana-de-açúcar



A partir das análises da distribuição dos focos erosivos na UGRHI do Pontal do Paranapanema, foi notável a concentração dos processos erosivos na bacia do Rio Santo Anastácio, com um total de 1.225 focos erosivos lineares. Além de possuir 38% dos focos erosivos da UGRHI, a bacia do Rio Santo Anastácio possui a maior área de extensão do risco muito alto à erosão e a proximidade com a área urbana de Presidente Prudente.

Como apresenta o mapa da figura 6, a expansão da cana-de-açúcar nas áreas oeste e sul da bacia do Rio Santo Anastácio, representa risco de maiores impactos aos Argissolos com textura arenosa.

Figura 6. Mapa dos focos erosivos na bacia do Rio Santo Anastácio



Diante da concentração dos focos erosivos lineares, a bacia do Rio Santo Anastácio apresenta alto risco de perdas de solos agravadas pelas atividades de cultivo da cana-de-açúcar em Argissolos com textura arenosa, principalmente nos horizontes superficiais. Neste sentido, as ações de planejamento ambiental na atuação do comitê da UGRHI do Pontal do Paranapanema podem contribuir na delimitação das áreas para restrição às atividades sucroalcooleiras nos solos com alto risco à erosão.

Conclusões

O cadastro de informações geográficas em bases de dados possui importância na constante atualização e busca por dados detalhados para melhor compreensão das dinâmicas dos processos naturais e intensificados pelas atividades socioeconômicas. As formas erosivas lineares ao representarem incisões nas vertentes, são passíveis de delimitação presentes nas imagens de sensoriamento remoto, cujo cadastro das formas erosivas favorece a compreensão das dinâmicas erosivas pelos acadêmicos e elaboração de mapas para atuação dos órgãos públicos. A atuação dos geógrafos, além das técnicas para geração de produtos cartográficos, visa garantir a adequada análise da expansão dos

processos erosivos, como indicadores nas condições de degradação ambiental e vulnerabilidades ambientais nas bacias hidrográficas.

A formação de base de dados em grandes escalas cartográficas, com detalhes ao nível das microbacias hidrográficas contribui na análise das formas erosivas lineares em pequenas áreas de extensão territorial. Apesar dos focos erosivos comprometerem pequenas áreas, as condições de produção de sedimentos com assoreamento dos cursos d'água, perdas dos solos em quantidade e qualidade (fertilidade) e contaminação da água e dos solos com a concentração de resíduos sólidos nas áreas degradadas dos fundos de vale, são exemplos da gravidade dos impactos gerados pelos processos erosivos.

As bases de dados geográficos com as informações sobre os processos erosivos contribuem na atualização dos relatórios de situação dos recursos hídricos das unidades de gerenciamento, para orientar o direcionamento dos projetos de recuperação das áreas degradadas e medidas de restrição ao uso do solo e implantação das devidas práticas de conservação dos solos. Os projetos para recuperação das áreas degradadas pela erosão em microbacias hidrográficas dependem das parcerias entre os municípios, cujo nível estadual dos comitês contribui no diálogo democrático e participativo, cujos pesquisadores que investigam a dinâmica dos processos erosivos contribuem no conhecimento necessário para a elaboração adequada dos projetos de recuperação ambiental.

A região do Pontal do Paranapanema possui aspectos de fragilidade ambiental e condições de degradação dos solos pelo histórico de ocupação baseado na monocultura e latifúndio, mas pode buscar parcerias com pequenos produtores rurais e assentamentos na reversão do atual quadro de degradação e concretização do cenário futuro com sustentabilidade ambiental.

Referências

ALMEIDA FILHO, G. S.; COSTA, S. B.; HELLMEISTER JÚNIOR, Z.; GOMES, C. L. R.; FROTA, A. S. Processos erosivos lineares no Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, Natal, 35., **Anais...**, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015.

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. **ColloquiumAgrariae**, 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.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 4.ed. São Paulo: Ícone, 1999.

BOIN, M. N. **Chuvas e erosões no Oeste Paulista**: uma análise climatológica aplicada. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente), Universidade Estadual Paulista, 2000, 220f.

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.

GUERRA, A. J. T. Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (org.) **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 149-209, 1996.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Orientações para o combate à erosão no Estado de São Paulo - Síntese**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas; Departamento de Águas e Energia Elétrica. (Relatório Técnico nº 36.071), 1997.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Cadastramento de pontos de erosão e inundação no Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2012 (Relatório Técnico nº 131.057-205).

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.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação do solo**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. G. The expansion of Brazilian agriculture: soil erosion scenarios. **International Soil and Water Conservation Research**, v. 01, n. 03, p. 37-48, 2013.

MORGAN, R. P. C. **Soil erosion and conservation**. 3.ed. Oxford: BlackwellPublishing, 2005.

OLIVEIRA, A. M. S. **Depósitos tecnogênicos e assoreamento de reservatórios**: exemplo do Reservatório de Capivara, Rio Paranapanema, SP/PR. Tese (Doutorado em Geografia Física), Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, 1994, 211f.

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.

PERUSI, M. C. **Alterações antrópicas de Argissolos decorrentes do uso e manejo e reflexos da densidade demográfica do município de Anhumas-SP**. Dissertação

(Mestrado em Agronomia), Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

ROMAGNOLI, I. **Mapeamento da vulnerabilidade e riscos de contaminação das águas subterrâneas na região do Pontal do Paranapanema (UGRHI-22) frente à expansão do agrohidronegócio.** Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2018, 87p.

SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Mapa do Zoneamento Agroambiental do Setor Sucroenergético.** São Paulo: Governo do Estado de São Paulo, 2008. Escala 1:500.000

WANTZEN, K. M.; MOL, J. H. Soil erosion from agriculture and mining: a threat to tropical stream ecosystems. **Agriculture**, n.4, v.3, p. 660-683, 2013.

Recebido em: janeiro de 2023

Aceito em: abril de 2023