

Artigo

Uso da terra e cobertura vegetal na dinâmica erosiva linear das áreas rurais do município de Presidente Prudente, estado de São Paulo

Melina Fushimi

João Osvaldo Rodrigues Nunes

128

Resumo

Em meio aos diversos estudos realizados nos âmbitos geográfico e ambiental, a erosão é um dos assuntos mais enfatizados. Sua representatividade se contextualiza no cenário de degradação dos solos do território brasileiro associado à retirada da cobertura vegetal em virtude dos ciclos econômicos e usos intensos da terra. Nesse sentido, o objetivo principal do presente artigo foi analisar os aspectos de uso da terra e cobertura vegetal, os quais influenciam diretamente a dinâmica erosiva linear (sulcos, ravinas e voçorocas) das áreas rurais do município de Presidente Prudente-SP. Para tal, foi elaborado o mapa de uso da terra e cobertura vegetal do recorte de estudo na escala 1:25.000 no software SPRING 5.1.5[®], utilizando imagens ALOS/AVNIR-2, com resolução espacial de 10 metros. O referido documento cartográfico subsidiou a realização de trabalhos de campo, em que quatro pontos representativos de amostragem foram caracterizados. A área de estudo apresentou setores com matas ciliares e reflorestadas, solo exposto para posterior plantio de cana de açúcar, atividade canavieira e, principalmente, gramínea para pastagem. Enfim, o presente trabalho poderá contribuir para estudos posteriores, como vulnerabilidade e/ou fragilidade ambiental aos processos erosivos lineares, erodibilidade e fertilidade dos solos.

Palavras-chave: Vegetação, Solo exposto, Cana de açúcar, Gramínea, Pastagem.

Land use and vegetation cover in linear erosive dynamics of rural areas in Presidente Prudente, state of São Paulo

Abstract

Among the different studies made in geographic and environmental ambits, erosion is one of the most highlighted subjects. Its representativeness occurs in the scenario of Brazilian territory soil degradation, associated to the clearing of vegetation cover due to economic cycles and intensive use of land. In this regard, the main objective of the present paper was to analyze land use and vegetation cover aspects that directly influence linear erosive dynamics (furrows, ravines and gullies) of rural areas of Presidente Prudente-SP. For such, a land use and vegetation cover map was prepared for the case study in scale 1:25.000 on software SPRING 5.1.5[®], using ALOS/AVNIR-2 images, with 10 meter spatial resolution. The mentioned cartographic document subsidized field works, where four points that are representative of the sampling were characterized. The area under study presented four sectors with riparian forests and re-forested areas, soil exposed for later plantation of sugar cane, and, chiefly, grass for pasture. Finally, the present work may contribute to later studies like environmental vulnerability and/or fragility to linear erosive processes, soils erosiveness and fertility.

Keywords: Vegetation, exposed soil, sugar cane, grass, pasture.

Uso de la tierra y cobertura vegetal en la dinámica erosiva lineal de las áreas rurales del municipio de Presidente Prudente, estado de São Paulo

Resumen

En medio de los distintos estudios realizados en los ámbitos geográfico y ambiental, la erosión es uno de los temas más enfatizados. Su representatividad se contextualiza en el escenario de degradación de los suelos del territorio brasileño asociado al retiro de la cobertura vegetal en virtud de los ciclos económicos y usos intensos de la tierra. En este sentido, el objetivo principal del presente artículo fue analizar los aspectos de uso de la tierra y cobertura vegetal, los cuales influyen directamente la dinámica erosiva lineal (surcos, barrancas y quebradas) de las áreas rurales del municipio de Presidente Prudente-SP. Para esto, fue elaborado el mapa de uso de la tierra y cobertura vegetal del recorte de estudio en la escala 1:25.000 en el software SPRING 5.1.5[®], utilizando imágenes ALOS/AVNIR-2, con resolución espacial de 10 metros. Dicho documento cartográfico ayudó para la realización de trabajos de campo, donde cuatro puntos representativos de muestreo fueron caracterizados. El área de estudio presentó sectores con matas ciliares y reforestadas, suelo expuesto para posteriores plantaciones de cañas de azúcar, actividad azucarera y, principalmente, gramínea para pastoreo. Por último, el presente trabajo podrá contribuir

para estudos posteriores, como vulnerabilidad y/o fragilidad ambiental a los procesos erosivos lineales, erosión y fertilidad de os suelos.

Palabras clave: Vegetación, Suelo expuesto, Caña de azúcar, Gramínea, Pastoreo.

Introdução

Em meio aos diversos estudos realizados nos âmbitos geográfico e ambiental, a dinâmica erosiva é um dos assuntos mais enfatizados. Sua representatividade se contextualiza no cenário frequente de degradação dos solos do território brasileiro associado à retirada da cobertura vegetal em virtude dos ciclos econômicos (como café, algodão, cana de açúcar e soja) e usos intensos da terra.

Segundo Bertoni e Lombardi Neto (2017), a erosão, no seu aspecto físico, é a realização de trabalho no desprendimento do material de solo e no seu transporte e o processo inicia-se quando as gotas de chuva embatem a superfície do solo e destroem os agregados e, adiante, as partículas de solo se soltam e o material desprendido é transportado e depositado.

Sob o enfoque químico, a erosão é a decomposição química pelas águas correntes, uma vez que se considere no sentido amplo a destruição das formas salientes (GUERRA; GUERRA, 2009).

Em relação às causas da erosão, Bertoni e Lombardi Neto (2017) afirmam que

A erosão é causada por forças ativas, como as características da chuva, a declividade e o comprimento do declive do terreno e a capacidade que tem o solo de absorver água, e por forças passivas, como a resistência que exerce o solo à ação erosiva da água e a densidade da cobertura vegetal (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2017, p. 50).

No Extremo Oeste do Estado de São Paulo, historicamente, diante das transformações socioambientais, a princípio, por meio de monoculturas (principalmente, café e

algodão) e, *a posteriori*, atividade pastoril e expansão gradativa do cultivo de cana de açúcar, sem a implantação de medidas conservacionistas adequadas, proporcionaram o predomínio do escoamento superficial, com fluxos laminares e lineares em solos arenosos e vulneráveis à erosão (KERTZMAN et al., 1995).

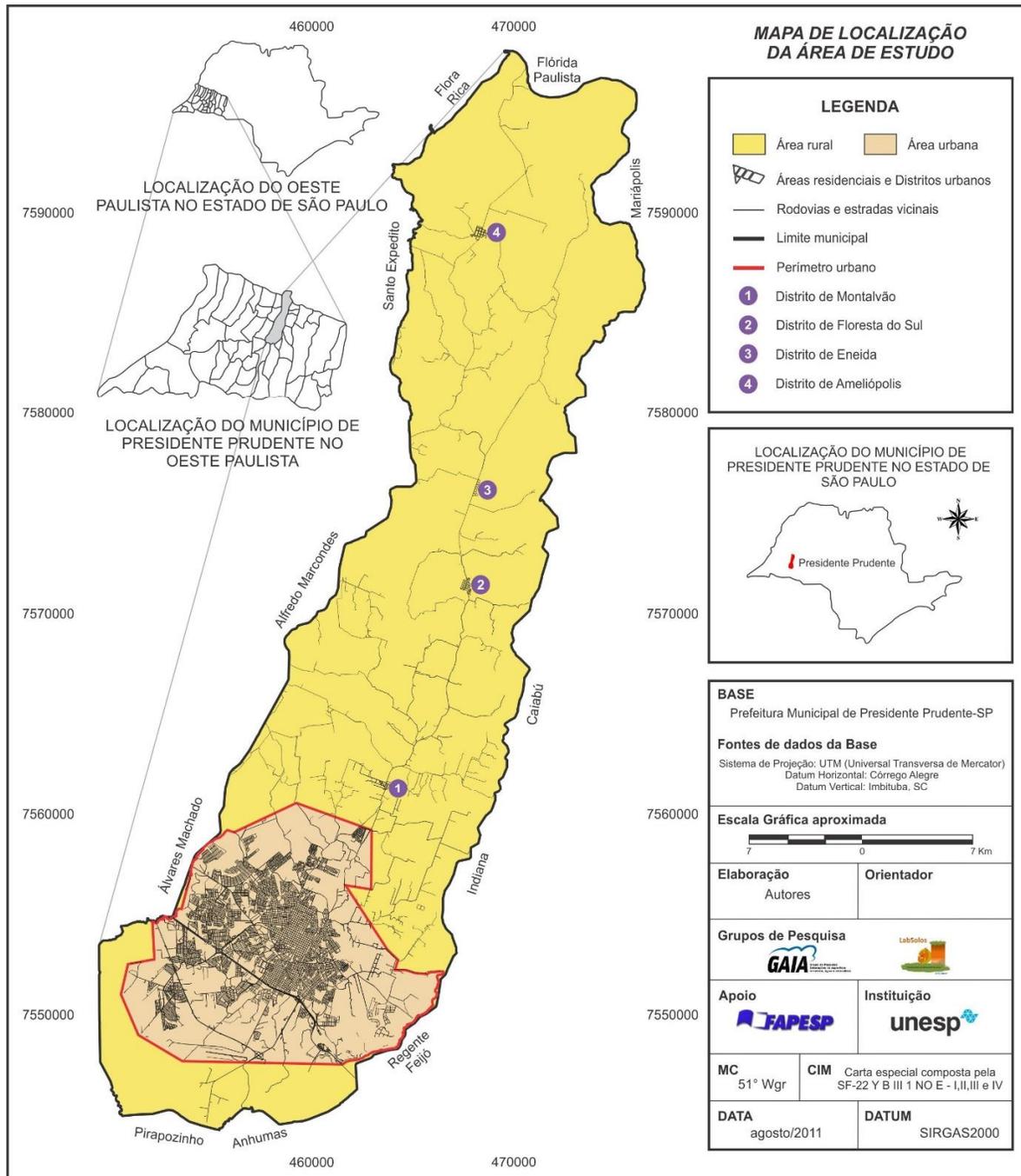
Com a finalidade de analisar as causas e as consequências e propor recomendações para o controle de erosões rurais no Estado de São Paulo, trabalhos são realizados pela Companhia de Desenvolvimento Agrícola de São Paulo (CODASP) em áreas degradadas, em concordância com Zoccal (2007).

No que se refere às feições erosivas lineares, têm-se sulcos, ravinas e voçorocas. Os sulcos são pequenos canais formados, os quais são cada vez mais definidos pela erosão e formam as ravinas, com possibilidades de evolução para voçorocas ou boçorocas, isto é, canais esculpidos pelo afloramento do lençol ou aquífero freático (SUERTEGARAY, 2008; OLIVEIRA, 2014).

Nesse sentido, o objetivo principal do presente artigo foi analisar os aspectos de uso da terra e cobertura vegetal, os quais influenciam diretamente a dinâmica erosiva linear (sulcos, ravinas e voçorocas) das áreas rurais do município de Presidente Prudente, Estado de São Paulo.

O município de Presidente Prudente localiza-se no Extremo Oeste Paulista (Mapa 1), sua área territorial é de 560,637 km² e sua população estimada foi de 227.072 habitantes no ano de 2018. É composto, além da cidade de Presidente Prudente, por quatro distritos urbanos, Montalvão, Floresta do Sul, Eneida e Ameliópolis, em conformidade com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019).

Mapa 1 - Localização da área de estudo.



Elaboração: Autores, 2011.

1. Procedimentos metodológicos

Para alcançar o objetivo proposto, elaborou-se o mapa de uso da terra e cobertura vegetal do recorte de estudo na escala 1:25.000 no *software* Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas - SPRING 5.1.5^{®1} (CÂMARA et al., 1996), utilizando uma imagem do satélite ALOS (*Advanced Land Observing Satellite*), sensor AVNIR-2 (*Advanced Visible and Near Infrared Radiometer type 2*), com resolução espacial de 10 metros, datada de 20 de fevereiro de 2009.

No SPRING 5.1.5[®] ocorreu a segmentação por meio do método “Crescimento de Regiões” e a classificação supervisionada por regiões pelo classificador “Bhattacharya”. “O classificador Bhattacharya, ao contrário do Isoseg que é automático, requer interação do usuário, através do treinamento. Neste caso, as amostras serão as regiões formadas na segmentação de imagens” (CÂMARA et al., 1996, não paginado).

Antes, durante e posterior ao mapeamento foram realizados trabalhos de campo para reconhecer as principais classes de uso da terra e cobertura vegetal, anteriormente estudadas e analisadas na etapa de levantamento e revisão bibliográfica, bem como verificar e atualizar as informações espacializadas. Em campo também foi manuseado o GPS (*Global Positioning System*) de navegação da marca *Garmin*.

A legenda foi adaptada (Quadro 1) do sistema de classificação da cobertura e do uso da terra proposto pelo IBGE (2013).

¹ SPRING é marca registrada pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Quadro 1 - Adaptação do sistema de classificação da cobertura e do uso da terra do IBGE (2013) para a área de estudo.

Classes da cobertura e do uso da terra (Níveis I e II) propostas pelo IBGE (2013)	Classes de uso da terra e cobertura vegetal adaptadas para a área de estudo
1. Áreas Antrópicas Não Agrícolas 1.1 Áreas Urbanizadas	Áreas urbanizadas
2. Áreas Antrópicas Agrícolas 2.2 Cultura Permanente	Cana de açúcar
2. Áreas Antrópicas Agrícolas 2.3 Pastagem	Pastagem e gramínea
3. Áreas de Vegetação Natural 3.1 Florestal	Mata
5. Outras áreas 5.1 Área Descoberta	Solo exposto

Fonte: IBGE (2013). Elaboração: Autores, 2019.

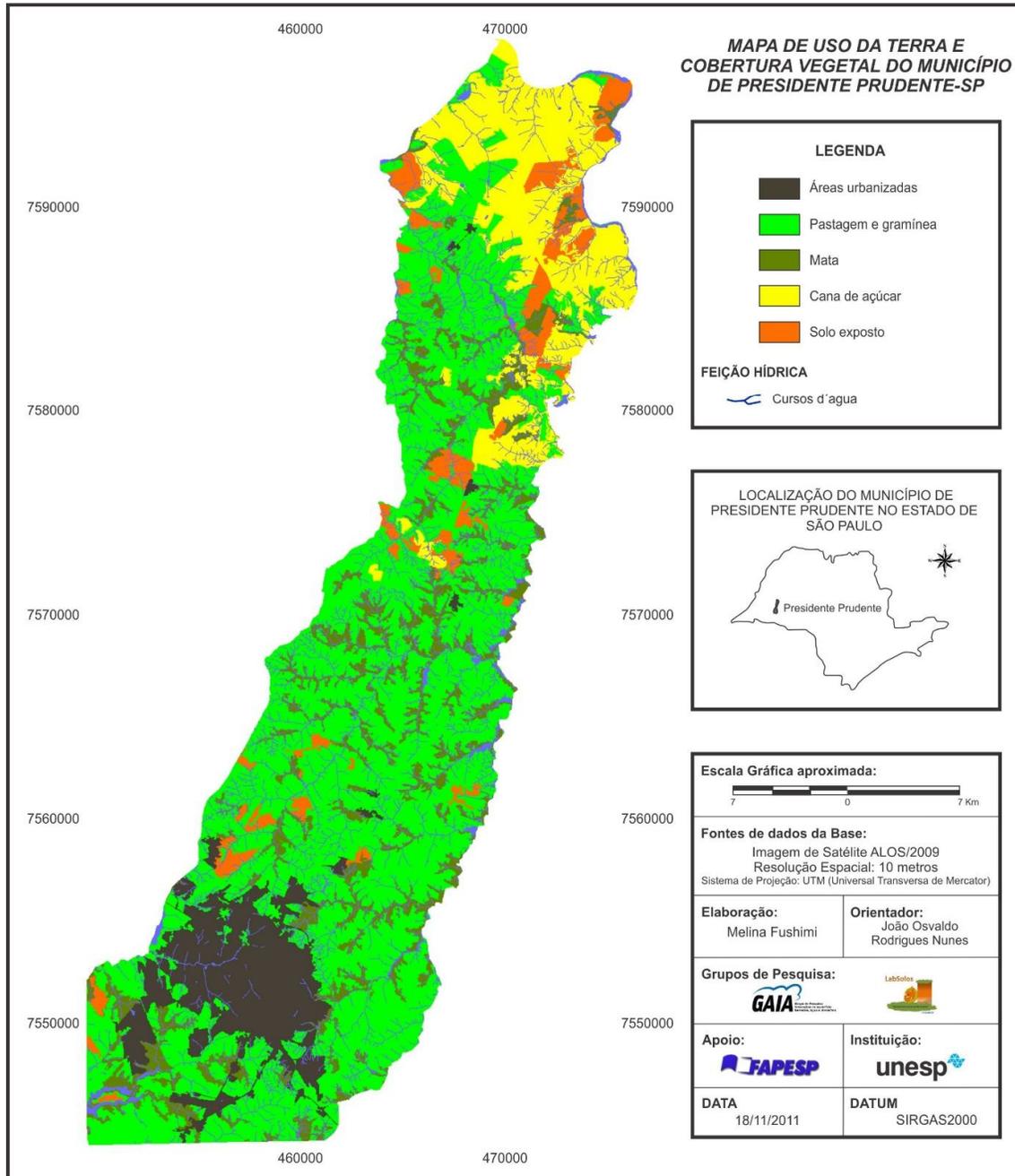
A partir da produção do referido documento cartográfico, dos trabalhos de campo e das imagens disponibilizadas pelo programa *Google Earth Pro*², quatro pontos representativos de amostragem foram caracterizados.

2. Resultados e discussão

Com o intuito de subsidiar a análise dos aspectos referentes ao uso da terra e à cobertura vegetal que influenciam diretamente a dinâmica erosiva linear da área de estudo, foi elaborado o mapa de uso da terra e cobertura vegetal do município de Presidente Prudente (SP) na escala 1:25.000 (Mapa 2).

² Google Earth Pro é marca registrada pela Google LLC.

Mapa 2 - Mapa de uso da terra e cobertura vegetal do município de Presidente Prudente.



Elaboração: Autores, 2011.

Inicialmente, anterior ao processo de ocupação na região do Extremo Oeste Paulista, a vegetação era caracterizada pela Floresta Estacional Semidecidual. No atual momento histórico, nas áreas rurais de Presidente Prudente têm-se áreas urbanizadas, referentes aos Distritos de Montalvão, Floresta do Sul, Eneida e Ameliópolis, matas ciliares e reflorestadas, solo exposto para cultivo de cana de açúcar e pastagem e gramínea, as quais predominam na área de estudo.

Por conseguinte, caracterizou-se quatro pontos representativos de amostragem, denominados de Ponto 1 (solo exposto), Ponto 2 (cana de açúcar), Ponto 3 (matas ciliares e reflorestadas) e Ponto 4 (pastagem e gramínea).

Ponto 1. Solo exposto

No Ponto 1 (coordenadas 471234.48 m E e 7591693.12 m S), o uso da terra é o solo exposto (Foto 1), cujo cenário é temporário para posterior atividade canavieira, segundo observou-se em trabalhos de campo e imagens ALOS/AVNIR-2 e *Google Earth Pro*[®] (Imagem 1).

Foto 1 - Solo exposto para posterior plantio de cana de açúcar.



Fonte: Autores, 2011.

Imagem 1 - Localização do Ponto 1 no Google Earth Pro®

© 2017 Google LLC, usadas com permissão. Google e o logotipo do Google são marcas registradas da Google LLC.

Data da imagem: 10 abr. 2017. Organização: Autores, 2018.

A superfície, mesmo ao permanecer descoberta periodicamente e com inclinações suaves inferiores a 5% em colinas amplas suavemente onduladas (NUNES, FUSHIMI, 2010; FUSHIMI, 2012), encontra-se vulnerável à atuação do *splash* ou erosão por salpico, ou seja, à fase inicial da dinâmica erosiva, em que os sedimentos são removidos pelo impacto das gotas da chuva, transportados pelo escoamento superficial e depositados a jusante nos fundos de vales. Dessa forma, áreas com estas características são vulneráveis aos processos erosivos lineares.

Ponto 2. Cana de açúcar

O Ponto 2 (coordenadas 470374.76 m E e 7593551.82 m S) possui colinas amplas suavemente onduladas, solos desenvolvidos (acima de 150 cm de profundidade) e arenosos (fração areia superior à 80% e classe textural franco arenosa) e baixas declividades (inferiores a 5%), cujas características favorecem a prática da monocultura canaveira (Foto 2).

Foto 2 - Atividade canaveira.



Fonte: Autores, 2011.

Ainda que não ocorrem sulcos, ravinas e voçorocas (baixa vulnerabilidade à erosão linear), tem-se a erosão laminar, no qual o fluxo é distribuído de modo disperso e não concentra-se em canais (GUERRA, 2009). É responsável por uma erosão oculta, uma vez que não é perceptível a curto e médio prazo no ambiente.

No setor Norte do município, a usina responsável pelo plantio de cana de açúcar implantou um sistema de canaletas (Foto 3), cujo vinhoto é bombeado para as áreas a montante, armazenado em açudes (Foto 4) e utilizado como fertilizante nas lavouras canaveiras.

Foto 3 - Canaleta que distribui o vinhoto no plantio de cana de açúcar.



Fonte: Autores, 2011.

Foto 4 - Vinhoto armazenado em açude



Fonte: Autores, 2011.

Ponto 3. Matas ciliares e reflorestadas

Apesar da vegetação ser secundária, as matas ciliares e reflorestadas (Foto 5) nos fundos de vales com declividades que não ultrapassam 5% influenciam na ausência de manifestações erosivas lineares e laminares (baixa vulnerabilidade à erosão linear) e no equilíbrio dinâmico, em consonância com o Ponto 3 (coordenadas 469628.00 m E e 7560816.00 m S).

Foto 5 - Matas ciliares e reflorestadas

Fonte: Autores, 2011.

De acordo com Weill e Pires Neto (2007), a cobertura vegetal promove a dispersão das águas pluviais, interceptando-as, e favorece sua evaporação antes de alcançar o solo, tal como a proteção direta contra a ação do *splash*.

No mais, é relevante o cercamento da área que evita o acesso do gado presente nas proximidades e o seu consequente pisoteio no solo, propiciando o crescimento da vegetação.

Ponto 4. Pastagem e gramínea

No Ponto 4 (coordenadas 468659.00 m E e 7564872.00 m S) ocorrem colinas onduladas, com declividades acentuadas (superiores a 20% para a região de Presidente Prudente-SP) e solos arenosos sobre arenitos da Formação Adamantina, Grupo Bauru (IPT, 1981). Tais atributos associados à gramínea e à pastagem proporcionam o desenvolvimento de processos erosivos lineares, sobretudo sulcos e ravinamentos (Foto 6).

Foto 6 - Ravina em setor de gramínea e de pastagem

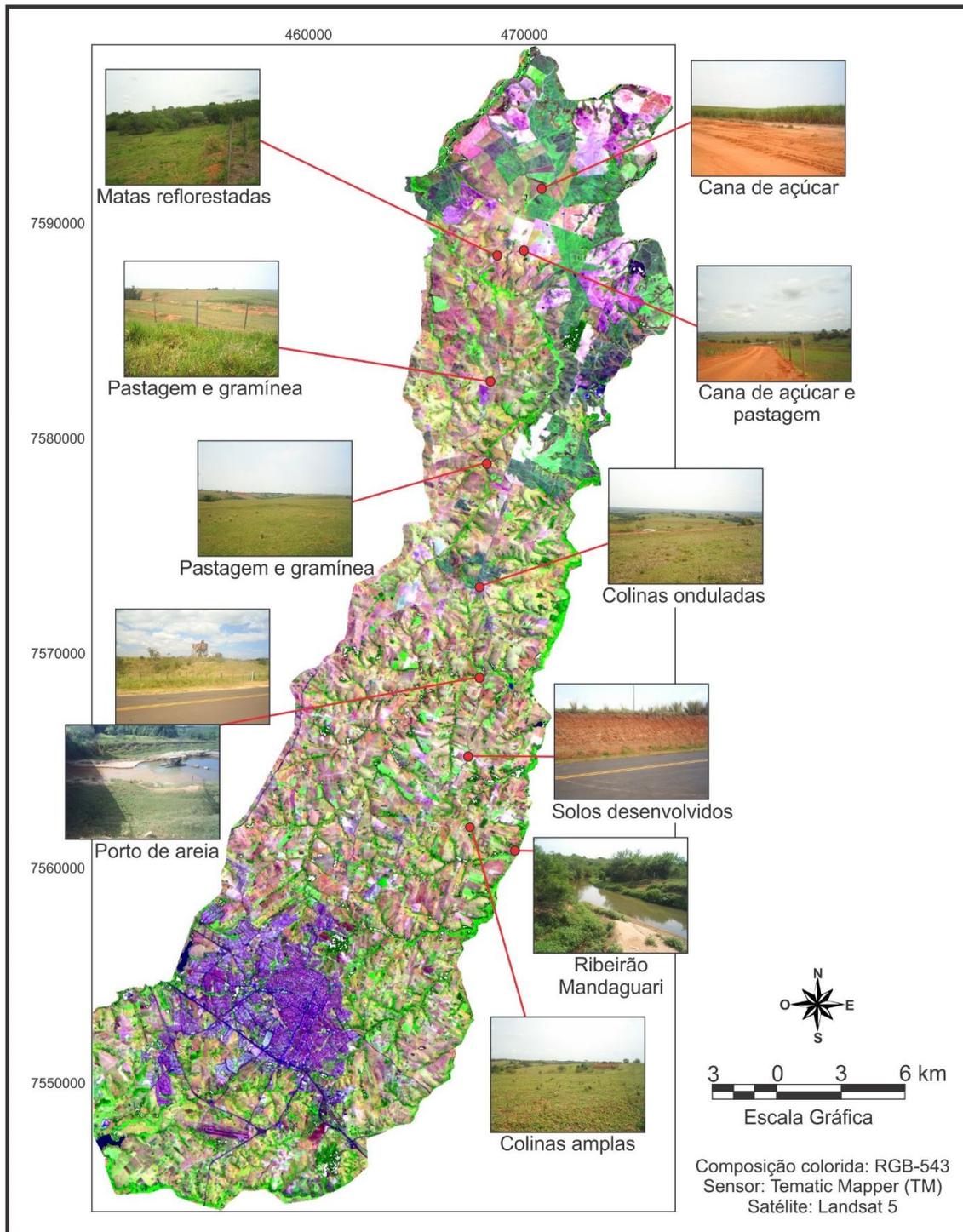


Fonte: Autores, 2011.

Nessas circunstâncias, o pisoteio excessivo do gado acelera a compactação do solo em formato de caminhos, promovendo a diminuição da infiltração das águas das chuvas, a convergência do escoamento superficial e o incremento do fluxo linear. Estes setores da área de estudo detêm as maiores vulnerabilidades aos processos erosivos lineares.

Enfim, em trabalhos de campo também foi realizado o levantamento de pontos representativos de observação das áreas rurais do município de Presidente Prudente (Figura 1), onde o uso da terra e a cobertura vegetal se inter-relacionaram aos aspectos de relevo e solos e, como consequência, ocasionam a dinâmica erosiva linear.

Figura 1 - Pontos de observação



Elaboração: Autores, 2011.

Considerações finais

Diante das considerações realizadas, o presente artigo objetivou analisar os aspectos de uso da terra e cobertura vegetal, os quais influenciam diretamente a dinâmica erosiva linear (sulcos, ravinas e voçorocas) das áreas rurais do município de Presidente Prudente, Estado de São Paulo.

De maneira geral, a área de estudo apresentou solo exposto para posterior plantio de cana de açúcar, atividade canavieira, matas ciliares e reflorestadas, assim como pastagem e gramínea, sendo estas com expressiva ocorrência.

No entanto, a pastagem e a gramínea estão sendo substituídas gradativamente por áreas de cultivo de cana de açúcar, principalmente ao Norte do município, conforme verificou-se em trabalhos de campo realizados nos últimos dez anos e imagens do programa *Google Earth Pro*[®]. Tal cenário de expansão também foi observado nos demais municípios do Extremo Oeste do Estado de São Paulo.

Nesse sentido, quando não são implantadas medidas adequadas de conservação dos solos em setores com declividades acentuadas (acima de 20%) sob gramínea e pastagem ou solo exposto, proporcionam a ocorrência de intensos processos erosivos laminares e lineares (alta vulnerabilidade à erosão).

Enfim, o assunto em questão poderá contribuir para estudos posteriores, como inter-relação dos elementos naturais e sociais que definem níveis de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares, fragilidade à erosão, erodibilidade e fertilidade dos solos, assim como subsidiar planos de recuperação de áreas degradadas e políticas públicas de uso da terra.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio ao desenvolvimento da pesquisa.

Referências

- BERTONI, José; LOMBARDI NETO, Francisco. **Conservação do solo**. 10. ed. São Paulo: Ícone, 2017.
- CÂMARA, Gilberto; SOUZA, Ricardo Cartaxo Modesto; GARRIDO, Juan; MITSUO II, Fernando. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics**, New York, v. 20, n. 3, p. 395-403, may./jun., 1996.
- FUSHIMI, Melina. **Vulnerabilidade Ambiental aos processos erosivos lineares nas áreas rurais do município de Presidente Prudente-SP**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2012.
- GUERRA, Antonio José Teixeira. Processos Erosivos nas Encostas. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da (Orgs.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009, p. 149-209.
- GUERRA, Antonio Teixeira; GUERRA, Antonio José Teixeira. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual Técnico de Uso da Terra**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br>>. Acesso em: 12 mar. 2019.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Mapa Geológico do Estado de São Paulo: 1:500.000**. São Paulo: IPT, vol. I, 1981 (Publicação IPT 1184).
- KERTZMAN, Fernando Facciolla; OLIVEIRA, Antonio Manoel dos Santos; SALOMÃO, Fernando Ximenes de Tavares; GOUVEIA, Maria Isabel Faria. Mapa de erosão do Estado de São Paulo. **Rev. IG**, São Paulo, v. especial, p. 31-36, 1995.
- NUNES, João Osvaldo Rodrigues; FUSHIMI, Melina. Mapeamento geomorfológico do município de Presidente Prudente-SP. In: VIII Simpósio Nacional de Geomorfologia, III Encontro Latino Americano de Geomorfologia, I Encontro Ibero-Americano de Geomorfologia e I Encontro Ibero-Americano do Quaternário, 2010, Recife. **Anais...** Recife: UFPE, 2010.

OLIVEIRA, Marcelo Accioly Teixeira de. Processos Erosivos e Preservação de Áreas de Risco de Erosão por Voçorocas. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; SILVA, Antonio Soares da; BOTELHO, Rosangela Garrido Machado. (Orgs.). **Erosão e conservação dos solos**: conceitos, temas e aplicações. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014, p. 57-99.

SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes (Org.). **Terra**: feições ilustradas. 3. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2008.

WEILL, Mara de Andrade Marinho; PIRES NETO, Antonio Gonçalves. Erosão e Assoreamento. In: SANTOS, Rozely Ferreira dos (Org.). **Vulnerabilidade Ambiental**. Brasília: MMA, 2007, p. 39-58.

ZOCCAL, José Cezar. **Soluções cadernos de estudos em conservação do solo e água**. Presidente Prudente: CODASP, 2007.

Melina Fushimi é Doutora em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Presidente Prudente e Professora do Programa de Pós-Graduação em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Campus de São Luís. **E-mail**: fushimi.melina@gmail.com

João Osvaldo Rodrigues Nunes é Doutor em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Presidente Prudente e Professor do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Presidente Prudente. **E-mail**: joaosvaldo@fct.unesp.br

Artigo enviado em 01/04/2019 e aprovado em 06/05/2019.