

## **CARACTERIZAÇÃO E MAPEAMENTO DE PROCESSOS EROSIVOS EM ÁREA RURAL DO MUNICÍPIO DE REBOUÇAS (PR)**

Larissa Daniele **Matias**<sup>1</sup>, Julio Manoel França da **Silva**<sup>2</sup>

(1 – Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná – Campus Irati, Licenciada em Geografia, [larissadanielematias@gmail.com](mailto:larissadanielematias@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-9034-4557>; 2 – Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná – Campus Irati, Professor Adjunto, Departamento de Geografia, [jmsilva@unicentro.br](mailto:jmsilva@unicentro.br), <https://orcid.org/0000-0003-4778-2591>)

**Resumo:** O presente artigo resulta do estudo dos fatores envolvidos em processos erosivos na localidade rural de Bugio, município de Rebouças, estado do Paraná, onde predominam atividades relacionadas a fumicultura. Foram consideradas duas vertentes com características topográficas distintas, com a intenção de compará-las para identificação dos fatores responsáveis pelos processos erosivos, bem como sua intensidade. A pesquisa foi amparada por análise bibliográfica, processamento de bases cartográficas e interpretação de imagens de satélite em software de geoprocessamento. Foram elaborados mapas de uso e ocupação do solo para os anos de 2008, 2012 e 2016, cuja análise, com auxílio de trabalhos de campo, permitiu constatar que os processos erosivos se iniciam a partir dos sulcos derivados dos caminhos de maquinários que entrecruzam as propriedades rurais analisadas, e sua magnitude varia conforme as características topográficas do terreno.

**Palavras-chave:** Erosão, Áreas Degradadas, Cultivo de Tabaco, Cartografia Ambiental.

## **CHARACTERIZATION AND EROSION PROCESSES MAPPING IN RURAL AREA OF THE MUNICIPALITY OF REBOUÇAS (STATE OF PARANÁ, BRAZIL)**

**Abstract:** The present paper results from the study of the factor involved in erosive processes in the rural location of Bugio, municipality of Rebouças, State of Paraná (Brazil) where activities related to tobacco cultivation predominate. Two slopes were considered, with distinct topographic characteristics with the intention of comparing for the identification of the factors responsible for the erosive processes as well as its intensity. The research was supported by

bibliographic analysis, cartographic bases processing, and interpretation of satellite images in a geoprocessing software. Maps of land use and occupation were prepared for the years 2008, 2012 and 2016, whose analysis, with the aid of field work, allowed us to verify that the erosive processes, start from the grooves derived from machinery paths that crisscross the analyzed rural properties, and its magnitude varies according to the topographic characteristics of the terrain.

**Keywords:** Erosion, Degraded Areas, Cultivation of tobacco, Environmental Cartography.

## **CARACTERIZACION Y MAPEO DE PROCESOS EROSIVOS EN ZONA RURAL EN EL MUNICIPIO DE REBOUÇAS (ESTADO DEL PARANÁ, BRASIL)**

**Resumen:** Este artículo resulta del estudio de los factores involucrados en los procesos erosivos en la localidad rural de Bugio, municipio de Rebouças, estado de Paraná (Brasil), donde predominan las actividades relacionadas con el cultivo de tabaco. Se consideraron dos pendientes con diferentes características topográficas, con la intención de compararlas para la identificación de los factores responsables de los procesos erosivos. La investigación fue apoyada por análisis bibliográfico, procesamiento de bases cartográficas e interpretación de imágenes satelitales en software de geoprosesamiento. Se prepararon mapas de uso y ocupación del suelo para los años 2008, 2012 y 2016, cuyo análisis, con la ayuda del trabajo de campo, permitió verificar que los procesos erosivos comienzan desde los surcos derivados de los caminos de maquinaria que entrelazan las propiedades rurales analizadas, y su magnitud varía según las características topográficas del terreno.

**Palabras-clave:** Erosion, Áreas Degradadas, Cultivo de Tabaco, Cartografía Ambiental.

### **1. Introdução**

A erosão dos solos é um problema em todos os seus modos de apresentação (laminar, linear, sulcos, ravinas e voçorocas), pois causa perda de nutrientes, dificuldades na preparação do terreno para o cultivo, assoreamento de recursos hídricos e, em casos extremos, inutilização de áreas; acarretando prejuízos ambientais, sociais e econômicos em níveis diversos de acordo com o tipo erosivo, características da área e dos indivíduos que dela dependem (RESENDE *et al.*, 2011). Inclusive, conforme Guerra (1994), caracteriza-se também como um problema político pelo papel de intervenção do Estado no diagnóstico e na proposição de programas governamentais para recuperação de áreas degradadas.

Conjuntamente a outros tipos de degradação dos solos (ex. contaminação, desertificação e compactação), se faz perceptível no Brasil a grande preocupação na literatura com os recorrentes impactos em áreas agrícolas (ex. CHAVES *et al.*, 2012; DECHEN *et al.*, 2015; ANTONELI *et al.*, 2017; ZANATTA *et al.*, 2017), cuja abordagem, considerando estudos de caso em diferentes regiões e biomas brasileiros, pode ser demonstrada pela coletânea organizada por Guerra e Jorge (2014).

Quanto aos aspectos físicos que proporcionam o processo erosivo em suas diversas etapas e formas, Goudie (1995) considera que a erosão resulta de uma série de interações entre processos físicos, tais como, salpicamento (*rainsplash*), escoamento superficial (*surface wash*) e ravinamento (*rill erosion*), cuja intensidade depende da configuração das encostas, erosividade da chuva, erodibilidade dos solos e características do uso e cobertura do solo; Dantas e Ferreira (2008) destacam o relevo acidentado, a declividade das encostas, a concentração pluviométrica e as características físico-químicas dos solos; e Lepsch (2011), por sua vez, acrescenta a vulnerabilidade emergente do uso e ocupação da terra e das práticas de conservação.

Os processos erosivos em propriedades rurais podem se tornar problemáticos quando são consideradas as características sociais, econômicas e políticas vigentes, sendo os pequenos proprietários potencialmente mais atingidos pelos impactos negativos advindos desta degradação. O uso intensivo do solo, a falta de conhecimento sobre práticas de manejo e o déficit de apoio estatal para manutenção e recuperação de áreas degradadas, contribuem para a expansão do problema, acarretando prejuízos econômicos, ambientais e sociais (REZENDE *et al.*, 2011).

A partir desta conjuntura, a presente pesquisa aborda a erosão linear, que se inicia pela ocorrência de *sulcos*, configurando-se como incisões no solo resultantes da concentração do escoamento superficial (CHAVES *et al.*, 2012); *ravinas* que evoluem a partir dos sulcos; e, em estágio mais avançado, na forma de *voçorocas* – feições profundas que, após remover grande quantidade de partículas do solos, podem atingir o lençol freático e/ou substrato rochoso (MAGALHÃES, 2001).

Entre as justificativas para avaliação da evolução de processos erosivos está a possibilidade de se propiciar medidas de conservação e recuperação de áreas agricultáveis, que podem resultar em parâmetros que podem ser replicados em áreas com características físicas e de uso similares. Neste sentido, destaca-se as particularidades do recorte espacial escolhido

como estudo de caso: propriedades rurais localizadas no município de Rebouças (PR), onde se realiza o cultivo de tabaco (*Nicotiana Tabacum*) no sistema de plantio direto na palha de aveia, alternando-se ao cultivo de soja em sistema de rotação de culturas.

O cultivo do tabaco em Rebouças e em outros municípios da região sudeste do estado do Paraná é realizado, normalmente, nos denominados *camalhões* ou *murundus*, considerando o plantio convencional ou o plantio direto. Na forma convencional, o tabaco é cultivado em solo exposto e pode ser intensamente revolvido, enquanto no plantio direto, cultiva-se, previamente, aveia para viabilizar uma cobertura de palha para a implantação do tabaco e, neste caso, o solo só é revolvido no final do processo.

A avaliação das taxas de erosão de solos no cultivo do tabaco em pequenas propriedades em território paranaense pode ser exemplificada por estudos que avaliam seu plantio na forma convencional (ANTONELI e BEDNARZ, 2010); a perda de solo sob diferentes formas de cultivo (ANTONELI e THOMAZ, 2014); e a influência do manejo na resistência do solo em áreas com plantio convencional e plantio direto (ANTONELI *et al.*, 2017).

Para interpretação dos processos erosivos a partir de imagens de satélite, considerou-se como base metodológica as chaves de interpretação propostas por Florenzano (2011, p. 51), para quem “interpretar fotografias ou imagens é identificar objetos nelas representados e dar um significado a esses objetos”.

Para a autora supramencionada os elementos de interpretação de imagens são: 1) *tonalidade/cor*: representando as variações que uma cor obtém a partir da quantidade maior ou menor de reflexão ou emissão de luz e energia, bem como pela mistura entre as cores; 2) *textura*: se referindo ao aspecto liso ou rugoso dos objetos, podendo fornecer informações precisas de aspectos geomorfológicos; 3) *tamanho*: possuindo a função escalar na distinção entre os objetos imageados; 4) *forma*: referindo-se à identificação de objetos a partir do formato que este apresenta, seja linear, pontual ou poligonal, e podem indicar, com base em pressupostos, se é relativo a objetos naturais ou artificiais/culturais; 5) *sombra*: por onde se obtém informações sobre altura, forma e tamanho dos objetos; 6) *padrão*: buscando interpretar o arranjo espacial ou à organização dos objetos; e 7) *localização geográfica*: que permite um conhecimento prévio das características da área imageada.

Chaves *et al.* (2012), no contexto do planejamento ambiental de áreas agricultáveis, disponibilizam fundamentos teóricos e metodológicos voltados a identificação de processos

erosivos básicos, técnicas e materiais necessários para recuperação de áreas erodidas, bem como o monitoramento e manutenção de áreas recuperadas. Em que pese, na literatura do tema, a disponibilidade de diferentes metodologias, considera-se que os procedimentos sistematizados pelos autores possibilitam a identificação e resolução das problemáticas ambientais relacionadas a erosão em áreas rurais de maneira efetiva, com baixo custo e potencialmente adequada as características das propriedades rurais consideradas no presente estudo.

Neste sentido, considerando os pressupostos metodológicos supracitados e com uma abordagem que privilegia a representação cartográfica em anos distintos (2008, 2012 e 2016) o presente artigo parte de uma análise quantitativa e qualitativa para compreensão dos fatores envolvidos, visando propor medidas que contribuam para a resolução de problemas futuros; tendo como objetivo geral a caracterização e mapeamento dos fatores naturais e antrópicos envolvidos nos processos erosivos ocorridos na área de estudo.

Os objetivos específicos, por sua vez, são:

- Entender a evolução dos processos erosivos a partir de contextualização física e mediante a interpretação de uso e cobertura da terra em imagens de satélite, representando-os cartograficamente;
- Propor medidas de mitigação para controle da degradação ambiental vigente.

## **2. Métodos e Procedimentos**

### *2.1 Caracterização da área de estudo*

Conforme mencionado, o recorte espacial adotado na pesquisa refere-se a propriedades rurais, que compõe um polígono com área de 18,7 hectares, localizadas no município de Rebouças, por sua vez, integrante da mesorregião sudeste do estado do Paraná (Figura 1).

A adoção de bases cartográficas em escala mais generalizada (1: 250.000) foi considerada para uma contextualização inicial da área de estudo, quais sejam: Formações geológicas (MINEROPAR, 2001); Unidades geomorfológicas (SANTOS *et al.*, 2006); Solos predominantes (BHERING *et al.*, 2010); e Vulnerabilidade Geoambiental (SANTOS *et al.*, 2007).

Sendo assim, em termos geológicos, a área se encontra inserida integralmente na Formação Teresina, que se refere a um ambiente paleozoico de planície de marés e plataforma epinerítica, constituída por siltitos acinzentados com intercalações de calcário micrítico e estromatolítico, apresentando laminação paralela e ondulada (MINEROPAR, 2001).

Geomorfologicamente, o recorte espacial está inserido no Planalto de São Mateus do Sul – uma subunidade morfoescultural do Segundo Planalto Paranaense caracterizada por dissecação baixa, gradiente altimétrico médio de 240 metros e declividades moderadas (SANTOS *et al.*, 2006). As classes de solos predominantes, por sua vez, com base na classificação da EMBRAPA (2018), referem-se a Neossolos Litólicos, Cambissolos e Gleissolos, distribuídos, respectivamente, nas áreas mais declivosas, na posição intermediária das vertentes e em área de planície aluvial.

Figura 1 – Localização da área de estudo: estados brasileiros com destaque para o Paraná (A); estado do Paraná com destaque para o município de Rebouças (B); área rural analisada em Rebouças/PR (C)



Fonte: Organizado pelos autores. Base cartográfica: Águas Paraná (2017)

Levando em consideração a vulnerabilidade geoambiental, de acordo com a escala do estudo realizado por Santos *et al.* (2007), por sua vez fundamentado em Ross (1994), a classificação de vulnerabilidade do Planalto de São Mateus do Sul é caracterizada como de moderada vulnerabilidade a erosão que, no caso da área de estudo se correlaciona as vertentes com declividades médias, onde predominam Cambissolos. No entanto, cabe observar que, na escala adotada para o presente estudo, e considerando as interpretações de imagens de satélite e de campo, reitera-se o tipo de cultura específico como fator imprescindível para análise dos

processos erosivos desencadeados atualmente: a fumicultura.

## 2.2 Análise e interpretação dos processos erosivos

Com base nas chaves de interpretação propostas por Florenzano (2011) a análise de uso e ocupação foi realizada por meio de imagens Google Earth Pro dos anos de 2008, 2012 e 2016, todas convertidas em arquivos compatíveis a software de geoprocessamento.

A interpretação das imagens extraídas do Google Earth Pro foi realizada no software QGIS 2.18, seguida da vetorização e armazenamento, em planos de informação, das características de uso e cobertura da terra e padrões espaciais dos processos erosivos, para posterior geração de mapas, gráficos e tabelas.

A análise de processos erosivos em campo foi realizada a partir da adaptação da sistematização proposta por Chaves *et al.* (2012) considerando as seguintes etapas: (i) *Identificação do Processo erosivo*: Linear, Laminar ou em Sulcos; (ii) *Diagnóstico do nível de degradação*: Não aparente, Ligeira, Moderada, Forte, Muito Forte ou Extremamente Forte); (iii) *Subdivisão da área em relação a posição na vertente*: Terço Superior, Terço Médio e Terço Inferior; (iv) *Indicação de pontos amostrais de processos erosivos*: A, B, C (primeira vertente), D e E (segunda vertente); e (v) *Caracterização do Escoamento Superficial*.

## 3. Resultados

### 3.1 Interpretação de imagens de satélite

A interpretação de imagens mediante as chaves de interpretação, somadas ao conhecimento prévio da área de estudo, possibilitou a definição das seguintes classes: (i) *Ravina*, que correspondem aos processos erosivos; (ii) *Estrada Rural*, que caracterizam as estradas principais e caminhos para acesso de maquinários nas áreas de cultivo; (iii) *Área Construída*, que correspondem as moradias, barracões, estufas e demais construções; (iv) *Agricultura*, que caracteriza toda área utilizada para cultivos; (v) *Silvicultura*, que corresponde as áreas utilizadas para cultivo de eucalipto; (vi) *Vegetação Nativa*, que compreende a vegetação natural preservada; (vii) *Solo Exposto*, que corresponde, principalmente, as áreas ao entorno das construções, não contendo nenhum tipo de cobertura vegetal desenvolvida; e (viii) *Corpos d'água*, que são relativas à açudes de diferentes dimensões.

Considerando a imagem que representa o uso e ocupação do solo da área estudada em 2008, (Figura 2) se constata menor presença de sulcos e ravinamentos em comparação as

imagens de 2012 e 2016. Além disso, a área recoberta por vegetação natural compreendia, inicialmente, cerca de 17,8% da área total, sendo reduzida para 12,5%, em 2012, e para 11,2 %, em 2016.

Figura 2 – Uso e ocupação do solo da área de estudo em 2008

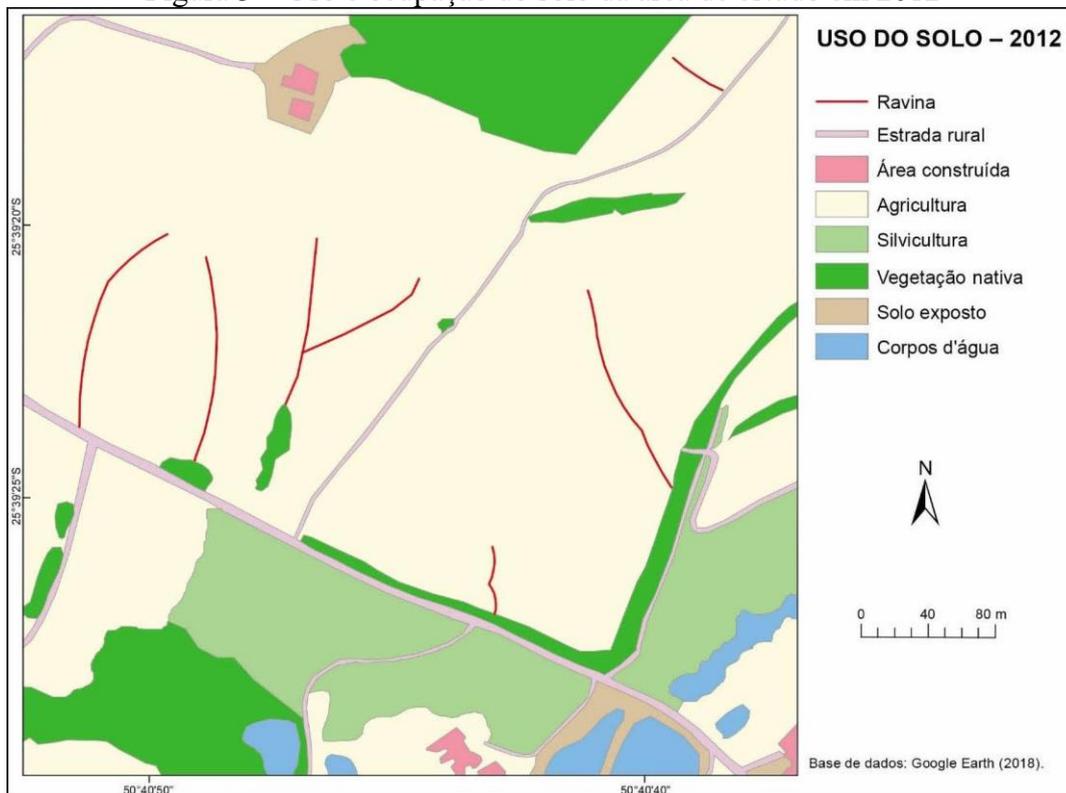


Organização autores

No ano de 2012, conforme demonstrado na figura 3, uma quantidade maior de sulcos e ravinas passam a ser constatados nas imagens de satélite, demonstrando a intensificação dos processos erosivos entre 2008 e 2012.

A citada diminuição da área com vegetação nativa, em relação a 2012, ocorre principalmente a montante dos sulcos e ravinas inicialmente detectados, havendo, ainda, aumento das áreas construídas (0,4% para 0,5%), solo exposto (0,8% para 1,8%) e agricultura (68% para 68,9%).

Figura 3 – Uso e ocupação do solo da área de estudo em 2012



Fonte: Autores

Com base na interpretação de imagens do ano 2016 (Figura 4), constata-se que as áreas construídas aumentaram sua proporção, ocupando 0,5% da área total em 2012 e 1% em 2016, estando, ainda, correlacionadas ao aumento das locais com solo exposto; de cerca de 1,8% em 2012 para 5,1% em 2016. Entre os anos analisados percebe-se a gradual destituição da vegetação nativa, o que acarretou aumento de área agricultável de 68,9%, em 2008, para 71,3%, em 2016.

Em relação às estradas rurais houve um pequeno aumento de 2,6%, em 2008, para 2,8% em 2012, regredindo para 2,7%, em 2016; o que pode ser explicado pela construção de novas estradas, por um lado, e abandono de estradas antigas, por outro lado. Essa alteração nas estradas deriva da necessidade de mudança de seu traçado devido a incidência de processos erosivos, porém, tal mudança acabou sendo responsável por ocasionar novas frentes erosivas, inclusive, aumentando, em alguns casos, a dimensão lateral de ravinas.

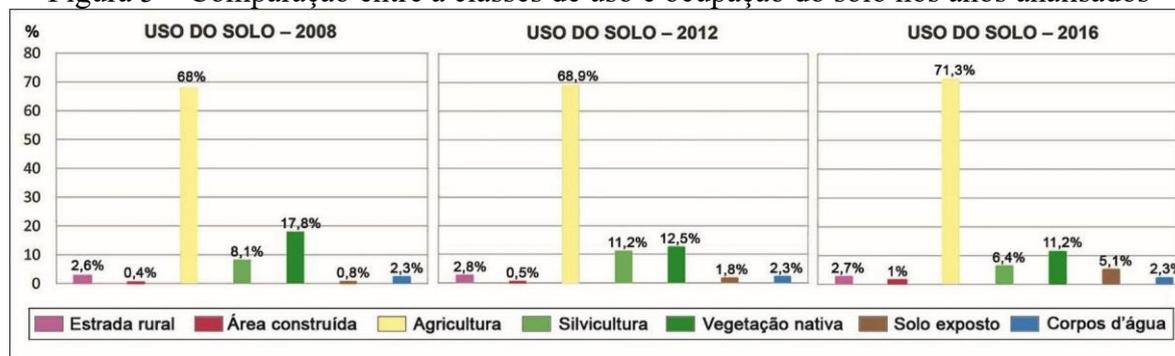
Na figura 5 apresenta-se um quadro comparativo da proporção de cada uso e ocupação do solo nos anos analisados.

Figura 4 – Uso e ocupação do solo da área de estudo em 2016



Fonte: Autores

Figura 5 – Comparação entre a classes de uso e ocupação do solo nos anos analisados



Fonte: Autores

### 3.2 Análise das características atuais dos processos erosivos

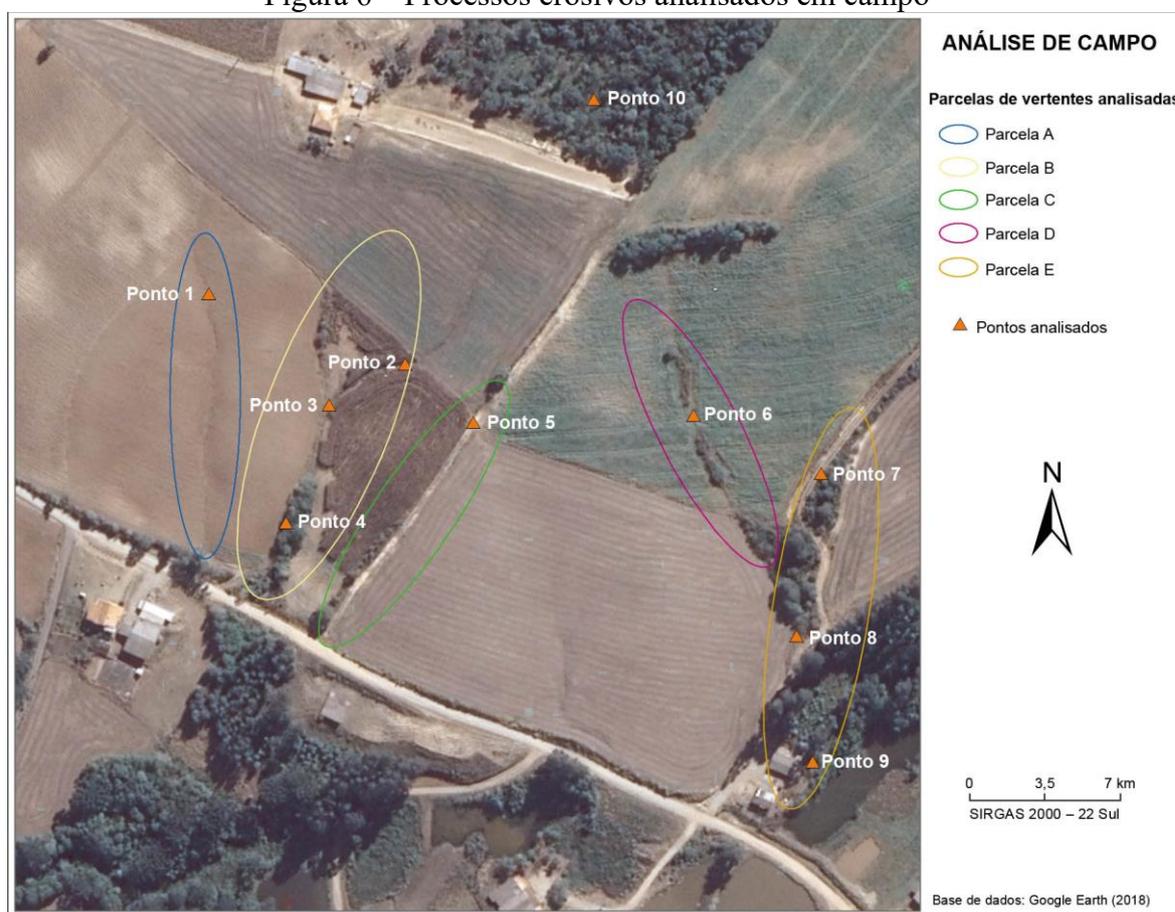
Conforme mencionado, os processos erosivos foram subdivididos em cinco parcelas: A, B, C (primeira vertente), D e E (segunda vertente), posteriormente subdivididas em Terço Superior, Terço Médio e Terço Inferior como base para compreensão de algumas características físicas observadas em campo, contextualizando-as ao seu entorno imediato a partir de pontos correlacionados com as parcelas das vertentes analisadas (Figura 6).

Apesar de receber culturas variadas, a maior parte do terreno agricultável da primeira

vertente analisada é destinado, majoritariamente, ao plantio de tabaco, realizado em solo preparado antecipadamente com camalhão (*murundus*) e semeadura de aveia, que consiste na cobertura de palha para posterior inserção da espécie *Nicotiana Tabacum* (mês de setembro ou outubro), sendo colhido nos cinco meses subsequentes.

A segunda vertente também é utilizada para o cultivo do tabaco, mas com diferenciações quanto a rotação de culturas e utilização da cobertura de palha (plantio direto).

Figura 6 – Processos erosivos analisados em campo



Fonte: Autores com base em Google Earth Pro (2016)

O processo erosivo intitulado ‘A’ foi identificado como sendo do tipo erosão em sulcos, por apresentar incisões por escoamento concentrado, apresentando nível de degradação de ligeiro a moderado. Além de propiciar o escoamento concentrado, a área é utilizada para a passagem do maquinário agrícola entre os cultivos, estando, por consideráveis períodos, com pouca cobertura vegetal.

O Terço Superior desta vertente apresenta sulcos rasos que podem ser cobertos pelos

processos de preparo da terra com maquinário agrícola; o Terço Médio apresenta degradação moderada, pois os sulcos não são desfeitos com o preparo normal do terreno; e o Terço Inferior (o mesmo para os processos B e C) caracteriza-se como de nível muito forte por apresentar ravinamento que não pode ser transpassado por veículos agrícolas. Este, encontra-se abaixo da estrada que corta a propriedade e não se faz aparente na imagem devido estar sobreposta por vegetação natural com imbricações de eucalipto.

O processo 'B' apresenta erosão linear concentrada com duas ramificações iniciais, com níveis de degradação moderada, forte e muito forte. Configura-se como um canal de primeira ordem, sendo assim um caminho natural de passagem da água, mas que com a falta de vegetação e de uso adequado do solo, progrediu para níveis de degradação do solo e do recurso hídrico a jusante.

Seu terço superior ramificado apresenta degradação muito forte, pois não se faz possível a passagem com máquinas agrícolas, devido a profundidade e extensão dos sulcos. Possui, ainda, restrita vegetação natural.

Em seu Terço Médio possui parcela com nível moderado de degradação, podendo ser transpassado pelo maquinário agrícola; e outra parcela com ravinamento mais profundo que conta com a presença de vegetação natural em seu entorno. A jusante há presença de ravina ainda mais profunda, o que propicia maior fluxo hídrico e transporte de sedimentos.

Quando se conecta a estrada rural principal o fluxo hídrico passa a ser conduzido por manilhamento subterrâneo, ressurgindo, a jusante, ainda com grande força erosiva, onde se inicia o Terço Inferior da vertente, sendo recoberto, predominantemente, por silvicultura de eucalipto, o que não oferece grande suporte ao solo, dando margens ao avanço erosivo e, conseqüentemente, ao acúmulo de sedimentos no recurso hídrico para o qual converge.

Já o processo 'C' deriva-se de erosão em uma estrada rural e apresenta, em seu Terço Superior, sulcos discretos, mas que progridem drasticamente no Terço Médio, chegando a atingir o substrato rochoso, o que foi responsável pela necessidade de transferência dessa parte da estrada para um desvio, fazendo com que a erosão progredisse em linhas paralelas. Por outro lado, o local ocupado pela antiga estrada se encontra em estado de relativa regeneração, com surgimento de vegetação natural, principalmente de espécies herbáceas, por não estar mais submetida ao revolvimento do solo. Mais abaixo, grande parte do fluxo acaba chegando ao mesmo Terço Inferior já descrito para os demais processos, o que acarreta um fluxo intenso, que segue arrastando partículas que serão depositadas a jusante, e conseqüentemente no

pequeno curso hídrico, eu sua porção mais baixa.

Pode-se considerar que o processo erosivo ‘B’ merece a devida atenção devido a profundidade de seus sulcos, tornando a área inutilizável, não sendo possível transpassa-los com qualquer tipo de maquinário; bem como o processo ‘C’, por ter atingido o substrato rochoso e estar em progressão lateral (linhas lado a lado). Embora o processo ‘A’ demonstre estágio inferior de desenvolvimento, com maior facilidade de recuperação, deve receber a devida atenção com manejos capazes de conter a intensificação dos processos erosivos.

Os processos ‘D’ e ‘E’ possuem características físicas com maior vulnerabilidade potencial, principalmente em relação a declividade – acima de 30% de inclinação. Com isso, a erosão ‘D’, também presente em meio a uma área de cultivo, caracterizando um canal de primeira ordem, foi intensificada pela retirada da vegetação e uso inadequado da área na produção. Em seu Terço Superior apresenta nível de degradação muito forte, com ravinas profundas que não podem ser transpassadas por máquinas agrícolas. No Terço Médio o processo torna-se ainda mais preocupante por seu encontro com as ravinas do processo ‘E’, já que o ponto de convergência coincide com desencadeamento de solapamento de base do setor da vertente. Em seu Terço inferior, sob silvicultura, o processo estende-se como moderado, causando assoreamento de corpo hídrico à jusante.

Assim como ocorre com o processo ‘C’ o processo simbolizado com a letra ‘E’ denota degradação derivada da instalação de estradas rurais, que necessitam ser desviadas, em curto prazo, devido à dificuldade de passagem de maquinário agrícola; o que acarreta várias ravinas paralelas, neste caso, com maior intensidade e dimensão, o que pode ser correlacionado à maior declividade do terreno e uso mais intenso da estrada no decorrer dos anos.

Em muitas etapas esse processo revela o substrato rochoso, indicando, assim, evolução da ravina para um estágio de voçorocamento, com profundidade variando entre 30 a 40 cm no seu Terço Superior, o que está correlacionado ao fator declividade. O Terço Médio é composto por vários processos lineares paralelos entre si, justamente nos locais entrecortados por maior quantidade de caminhos de maquinários. Por outro lado, no seu Terço Inferior, apresenta sinais de recuperação por estarem recobertas por espécies vegetais herbáceas (predominantemente), arbustivas e arbóreas.

No Quadro 1 apresenta-se uma descrição que considera a correlação entre as parcelas de vertentes analisadas e dos pontos amostrais delineados em campo, estes, por sua vez, contextualizados ao seu entorno imediato.

Quadro 1 – Características dos pontos observados em campo

<i>Pontos observados</i>	<i>Parcela da vertente</i>	<i>Solos</i>	<i>Declividade</i>	<i>Dimensões médias do processo erosivo</i>	<i>Características de erodibilidade ou assoreamento</i>
1	A	Cambissolo	Alta	Profundidade máx.: 35 cm Largura máx.: 80 cm	Caminho de locomoção de maquinários entre cultivos distintos
2	B	Cambissolo	Média	Profundidade máx.: 40 cm Largura máx.: 70 cm	Destituição da cobertura de palha por incêndio (informação dada pelo proprietário) e exposição do solo a erosão pluviométrica
3	B	Cambissolo	Média	Profundidade máx.: 80 cm Largura máx.: 70 cm	Ponto de convergência hídrica que formam canal de segunda ordem
4	B	Cambissolo	Média	Profundidade máx.: 180 cm Largura máx.: 150 cm	Drenagem natural interrompida por estrada rural com solapamento de base
5	C	Cambissolo	Alta	Profundidade máx.: 90 cm Largura máx.: 260 cm	Estrada rural em declividade elevada
6	D	Neossolo Litólico	Alta	Profundidade máx.: 100 cm Largura máx.: 100 cm	Canal de primeira ordem em declividade elevada
7	E	Regolito	Alta	Profundidade máx.: 50 cm Largura máx.: 70 cm	Canal de primeira ordem em declividade elevada
8	E	Cambissolo	Média	Profundidade máx.: 90cm Largura máx.: 320 cm	Ponto de convergência hídrica a partir de ravinas provenientes de antigas estradas rurais
9	E	Cambissolo	Baixa	-	Banco de sedimentos em corpo hídrico (açude), recobrimdo a base de vegetação arbustiva exótica
10	-	Cambissolo	Alta	-	Local preservado, sem registro de processos erosivos, constituindo reserva legal.

Fonte: Os autores com base em trabalhos de campo (2018)

Na Figura 7 apresenta-se algumas das características do contexto físico e dos processos erosivos desencadeados sobre as propriedades agrícolas analisadas.

Em um quadro comparativo junto a bibliografia atual do tema, constata-se que as problemáticas, metodologias e resultados que compõe o presente artigo estão situadas no contexto de avaliação de processos erosivos em áreas rurais sob diferentes abordagens metodológicas, embora um conjunto de técnicas e meios interpretativos em comum sejam identificados como recursos básicos de análise.

Figura 7 – Processos erosivos desencadeados na área de estudo: erosão em canal de primeira ordem, com vegetação herbácea de entorno (a); solo preparado para plantio (b); perfil de neossolo litólico exposto por erosão (c); locais de convergência hídrica (d); erosividade associada a estrada rural (e); exposição de regolito em estrada rural (f)



Fonte: Autores

No que se refere a correlação entre a complexidade topográfica e o uso e cobertura do solo como elementos desencadeadores de processos erosivos, os fatores identificados nas propriedades rurais analisadas estão articulados as constatações verificadas em Dechen *et al.* (2015), Knierin *et al.* (2018) e Santos e Silva (2018).

Em relação a necessidade de representação espacial dos processos erosivos em áreas rurais se constata correlação com estudos baseados no uso de diferentes técnicas de

geoprocessamento e sensoriamento remoto, incluindo o uso de imagens da plataforma Google Earth (GUIMARÃES *et al.*, 2012; DIAS e SILVA, 2015; BARROS, 2017; GARRITANO *et al.*, 2018; FERNANDES *et al.*, 2019); e métodos espaciais multicritérios (ZANATTA *et al.*, 2017; RODRIGUES *et al.* 2018; SANTOS e SILVA, 2018; SILVA, 2020).

#### 4. Conclusões

- Com o estudo, buscou-se analisar elementos desencadeadores de processos erosivos em localidade rural no município de Rebouças, a fim de auxiliar os produtores rurais na recuperação de áreas degradadas, visando fornecer subsídios voltados a preservação ambiental e minimização de perdas de áreas produtivas.
- Alguns ravinamentos ocorrem em canais de primeira ordem, sendo naturalmente caracterizados como caminho preferencial do escoamento. No entanto, a retirada da vegetação e as práticas utilizadas no preparo do solo para fumicultura alteram o fluxo hídrico natural e intensificam os processos erosivos.
- Outros ravinamentos são desencadeados pela implantação de estradas rurais em declives, onde os caminhos construídos e desestruturados pela passagem do maquinário agrícola passam a realizar escoamento de grande volume hídrico que, em alguns pontos, atingem o substrato rochoso.
- Um terceiro contexto de ravinamento resulta do formato convexo das vertentes, responsável por propiciar o escoamento em linha, por sua vez, intensificados pela passagem de maquinário em meio aos cultivos, durante períodos de safra.
- Analisando os processos erosivos compreende-se que a erosão resultante da fumicultura deriva das fragilidades inerentes ao contexto físico do terreno. Diante disso, além de propiciar a compreensão destes processos em escala local, buscou-se avaliar práticas que auxiliem o produtor a reduzir as perdas ambientais e econômicas da área, disponibilizando referenciais que pudessem ser aplicados em acordo à realidade local, com baixo custo, e adequados à disponibilidade laboral dos agricultores.
- Dessa forma, sugeriu-se a utilização conjunta de três práticas de recuperação e preservação dos processos: (i) construção de paliçadas de bambu (ou outro material disponível ao agricultor); (ii) implantação de espécies vegetais naturais e recuperação das áreas de preservação permanente; e (iii) o monitoramento anual das condições estruturais das áreas utilizadas na fumicultura das propriedades rurais, bem como no seu

entorno imediato.

- Em suma, especificando a erosão em propriedades submetidas a fumiicultura, o presente artigo, em uma abordagem direcionada a caracterização e mapeamento, apresenta-se como uma das diversificadas possibilidades de avaliação, somando-se aos estudos preocupados com a quantificação de taxas de erosão, ao monitoramento dos fatores desencadeadores e a recuperação das condições físicas e químicas dos solos.

## Referências

- ÁGUAS PARANÁ - Instituto das Águas Do Paraná. *Mapas e Dados Espaciais*. Disponível: <<http://www.aguasparana.pr.gov.br>>. Acesso: 5 ago. 2017.
- ANTONELI, V; & BEDNARZ, J.A. Erosão de solos sob o cultivo do Tabaco (Nicotina Tabacum) em uma pequena propriedade rural no município de Irati, Paraná. *Caminhos de Geografia*, Uberlândia, v. 11, n. 36, dez/2010, p.150-167, 2010.
- ANTONELI, V; THOMAZ, E.L. Perda de solo em cultivo de tabaco sob diferentes formas de cultivo na região sudeste do Paraná. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v.15, n.3, p.455-469, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v15i3.534>
- ANTONELI, V; JESUS, F.C.; & BEDNARZ, J.A. Resistência do solo em cultivo de tabaco com diferentes formas de manejo na região sudeste do Paraná. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v.18, n.2, p.363-377, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v18i2.1146>
- BARROS, M.A. Uso do Google Earth para acompanhamento de processos erosivos na superfície terrestre. In: XXVII Congresso Brasileiro de Cartografia, Rio de Janeiro. *Anais do XXVII Congresso Brasileiro de Cartografia*. Rio de Janeiro – RJ: Sociedade Brasileira de Cartografia – SBC, p.497-501, 2017.
- BHERING, S.B.; SANTOS, H.G.; BOGNOLA, I.A.; CURCIO, G.R.; CARVALHO JÚNIOR, W.; CHAGAS, C.S.; MANZATTO, C.V.; ÁGLIO, M.L.D.; SILVA, J.S. Mapa de Solos do Estado do Paraná – legenda atualizada. In: XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Uberlândia, 2010. *Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo*. Uberlândia – MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – SBCS, p.1-4, 2010.
- CHAVES, T.A; ANDRADE, A.G.; LIMA, J.A.S.; PORTOCARRERO, H. *Recuperação de áreas degradadas por erosão no meio rural*. Niterói: Programa Rio Rural, 2012. Disponível: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/126102/1/Recuperacao-areas-degradadas-2012.pdf>. Acesso: 10 dez. 2017.

DANTAS, C.S; FERREIRA, O.M. *Erosões Rurais Origem e Processos de Evolução: Estudo do caso da Fazenda São Sebastião no Município de São Luís de Montes Belos – GO*. Universidade Católica de Goiás. Trabalho de Conclusão de Curso, Curso de Engenharia Ambiental, 2008, 16 p.

DECHEN, S.C.F.; TELLES, T.S.; GUIMARÃES, M.F.; & DE MARIA, I.C. Perdas e custos associados à erosão hídrica em função de taxas de cobertura do solo. *Bragantia*, Campinas, v.74, n.2, p.224-233, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4499.0363>.

DIAS, E.R.; & SILVA, R.M. Estimativa do risco a erosão do solo no município de Lucena – Paraíba. *Caminhos de Geografia*, v.16, n.54, p.192-204, 2015.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Sistema Brasileiro de Classificação de solos*. 5ª ed. Brasília: EMBRAPA, 2018, 356 p.

FERNANDES, S.C.; CARNEIRO, V.A.; & OLIVEIRA, A.L.R. As erosões lineares no entorno do Distrito Agroindustrial de Anápolis (GO): estudo e apontamentos iniciais. *Revista Territorial*, v.8, n.1, p.101-120, 2019.

FLORENZANO, T.G. Iniciação em sensoriamento remoto. São Paulo: Oficina de textos, 2011, 128 p.

GARRITANO, F.N.; LOUREIRO, H.A.S.; SANTOS, D.S.; MARTINS, V.; & GUERRA, A.J.T. Monitoramento, mapeamento e caracterização de voçoroca através de imagens do Google Earth Pro e uso de drone. In: IV Jornada de Geotecnologias do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018. *Anais da IV Jornada de Geotecnologias do Estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro – RJ: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRuralRJ, p.83-93, 2018.

GOUDIE, A. *The changing Earth – rates of geomorphological processes*. Oxford: Blackwell, 1995.

GUERRA, A.J.T. A Erosão dos solos no contexto social. UFRJ: *Anuário do Instituto de Geociências* 17, 1994.

GUERRA, A.J.T; & JORGE, M.C.O. *Degradação dos solos no Brasil*. 1. Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014, p. 16-30.

GUIMARÃES, D.P; PIMENTA, F.M.; & LANDAU, E.C. A integração Google Earth-SIG-Servidor de Mapas e o Monitoramento Ambiental. EMBRAPA: *Circular Técnica* 183, p.1-20, 2012.

KNIERIN, I.S.; TRENTIN, R.; & ROBAINA, L.E.S. Relação dos processos erosivos lineares com os atributos do relevo no município de Unistalda – RS. *GeoUERJ*, n.32, p.1-22, 2018.

DOI: <https://doi.org/10.12957/geouerj.2018.23397>

- LEPSCH, I.F. 19 lições de pedologia. São Paulo: Oficina de Textos, 2011, 456 p.
- MAGALHÃES, R.A. Erosão: Definições, Tipos E Formas De Controle. *VII Simpósio Nacional de Controle de Erosão*, Goiânia (GO), 2001.
- MINEROPAR – Minerais do Paraná S/A. Atlas geológico do Estado do Paraná. 2001. Disponível: <www.mineropar.gov.pr.br>. Acesso: 10 de dez. 2016.
- REZENDE, W.S; GOBI, C.N.; SILVA. C.E.; ALMEIRA, J.R. Recuperação De Voçorocas Na Zona Rural Do Município De Mineiros (Go): Financeiramente Viável E Ambientalmente Sustentável. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, Aquidabã, v.2, n.2, p. 64-81, 2011. DOI: <https://doi.org/10.6008/ESS2179-6858.2011.002.0004>
- RODRIGUES, T.; TOMMASELLI, J.T.G.; & ARROIO JUNIOR, P.P. Mapeamento da vulnerabilidade aos processos erosivos a partir de critérios multicriteriais: um estudo sobre as condições ambientais da bacia hidrográfica da represa Laranja Doce, Martinópolis (SP). *Revista Formação*, v.25, n.45, p.67-91, 2018. DOI: <https://doi.org/10.33081/formacao.v25i45.5310>
- ROSS, J.L.S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. *Revista do Departamento de Geografia*, n. 8, p.63-74, 1994.
- SANTOS, L.J.C.; OKA-FIORI, C.; CANALI, N.E.; FIORI, A.P.; SILVEIRA, C.T.; & SILVA, J.M.F. Mapeamento da vulnerabilidade geoambiental do estado do Paraná. *Revista Brasileira de Geociências*, v.37 (4), p.812-820, 2007.
- SANTOS, L.J.C.; OKA-FIORI, C.; CANALI, N.E.; FIORI, A.P.; SILVEIRA, C.T.; SILVA, J.M.F.; & ROSS, J.L.S. (2006) Mapeamento geomorfológico do estado do Paraná. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, n.2 (7), p.03-12, 2006. DOI: <https://dx.doi.org/10.20502/rbg.v7i2.74>
- SANTOS, C.L.; SILVA, J.P. Uso de técnicas de geoprocessamento para análise dos processos erosivos na microbacia do Rio da Ribeira, Santa Rita (PB): uma análise a partir da ocupação do relevo. *REGNE*, v.4, n.1, p.90-104, 2018.
- SILVA, J.E.C.F. Delimitação de voçorocas por meio do GEOBIA (Geographic Object Based Image Analysis) e uso de produtos cartográficos oriundos de Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP). Universidade Federal de Itajubá, *Dissertação de Mestrado*, 2020, 108 p.
- ZANATTA, F.A.S.; LUPINACCI, C.M.; & BOIN, M.N. Avaliação dos processos erosivos no Planalto Ocidental Paulista: um estudo de caso em busca das interações espaciais. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 18, n. 4, p. 767-782, 2017. DOI: <https://dx.doi.org/10.20502/rbg.v18i4.1029>