



# **AValiação de Processos Erosivos por Meio de Drones em Megaparcels no Município de Presidente Castelo Branco, PR**

*Renan Boldrin Bernardo<sup>1</sup>, Stéphanie Abisag Sáez Meyer Piazza<sup>2</sup>, Helio Henrique Soares Franco<sup>3</sup>, Santos Santos Henrique Brant Dias<sup>4</sup>, Edison Schmidt Junior<sup>5</sup>, Giuliano Torrieri Nigro<sup>6</sup>*

<sup>1</sup>Acadêmico do Curso de Agronomia, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Bolsista ICETI- UniCesumar/Fundação Araucária. renanboldrinb99.b@gmail.com

<sup>2</sup> Pós-Doutoranda, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Bolsista ICETI-UniCesumar/Fundação Araucária. s.meyer.piazza@gmail.com

<sup>3</sup>Pós-Doutorando, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Bolsista ICETI-UniCesumar/Fundação Araucária. hhsfranco@hotmail.com

<sup>4</sup> Doutor, Docente no Curso de Agronomia, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Pesquisadora do Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação – ICETI. santos.dias@unicesumar.edu.br

<sup>5</sup>Doutor, Docente no Curso de Agronomia, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Pesquisadora do Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação – ICETI. edison.schmidt@unicesumar.edu.br

<sup>6</sup>Orientador, Doutor, Professor do Programa de Pós-graduação em Tecnologias Limpas - PPGTL, Pesquisador do Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação – ICETI, Universidade Cesumar – Unicesumar. giuliano.nigro@vitru.com.br

## **RESUMO**

O presente projeto tem como objetivo avaliar a eficácia do terraceamento na contenção da erosão hídrica em solos arenosos, por meio do monitoramento sistemático de sulcos erosivos em duas megaparcels localizadas no Município de Castelo Branco-PR. Para isso, serão realizados voos com drone após eventos de chuva intensos, gerando imagens de alta resolução que permitirão o mapeamento e a análise temporal dos sulcos formados. As imagens serão processadas no *software* OpenDroneMap, gerando ortomosaicos, modelos digitais de elevação e de terreno, com precisão suficiente para quantificar a perda de solo. Os dados serão correlacionados com variáveis ambientais, como intensidade das chuvas, declividade e cobertura vegetal, e validados com medições diretas em campo. A comparação entre as áreas com e sem terraceamento possibilitará compreender a dinâmica erosiva local e propor melhorias no manejo conservacionista. Espera-se produzir mapas temáticos, modelos preditivos e relatórios técnicos que subsidiem a tomada de decisão por parte de agricultores e gestores, contribuindo para práticas agrícolas mais sustentáveis e resilientes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Erosão hídrica; Modelagem de terreno; Sensoriamento remoto; Terraceamento.

## **1 INTRODUÇÃO**

O uso do solo é um fator determinante na dinâmica ambiental, especialmente em áreas com forte intervenção humana, como regiões agrícolas e urbanizadas. A substituição da vegetação natural por atividades agrícolas e urbanas intensifica a erosão do solo, agravada pelo uso de máquinas e insumos químicos. A erosão, embora natural, é amplificada pela remoção da cobertura vegetal, que compromete a proteção contra o impacto das chuvas e facilita o transporte de sedimentos (Bertoni; Lombardi Neto, 2017).

Em áreas agrícolas, o uso de maquinário pode resultar na compactação do solo reduzindo os poros, dificultando a infiltração de água e o crescimento radicular. Soma-se a isso, o preparo convencional em solos arenosos, que muitas vezes envolve a aração e gradagem intensivas, técnicas que podem auxiliar na formação de camadas compactadas subsuperficiais, aumentando a resistência do solo à penetração, o que limita o acesso das plantas à água e nutrientes, prejudicando o desenvolvimento e a produtividade das culturas (Hamza *et al.*, 2019; Silva *et al.*, 2024).

Nesse sentido, o terraceamento é uma técnica eficaz de conservação do solo, especialmente em terrenos arenosos, pois reduz o escoamento superficial e favorece a infiltração da água (Fidalski, 1998; Lima *et al.*, 2010). No projeto em questão, duas



megaparcels foram analisadas em uma propriedade rural no Paraná: uma com terraceamento e outra sem. O estudo irá utilizar Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT), popularmente conhecidos como drone, para complementar métodos tradicionais de monitoramento da erosão, permitindo a identificação precisa de sulcos erosivos (Coelho; Cavichioli, 2021).

Drones oferecem vantagens sobre imagens orbitais, pela alta resolução espacial e temporal, flexibilidade operacional e capacidade de coleta de dados, mesmo sob cobertura de nuvens. Essas características tornam os VANTs ferramentas valiosas para o manejo sustentável dos recursos naturais e o monitoramento ambiental em áreas agrícolas.

Uma das principais vantagens de sua utilização é a resolução espacial submétrica, que pode chegar a menos de 3 cm por pixel, conforme demonstrado em estudos de mapeamento de sulcos erosivos no Cerrado brasileiro (Oliveira *et al.*, 2007; Oliveira *et al.*, 2022). Em contraste, mesmo satélites de alta resolução, como o Sentinel-2 (10 m/pixel) ou o WorldView-3 (0,31 m/pixel), possuem limitações em capturar detalhes finos, essenciais para identificar microtopografias ou danos pontuais. Essa diferença é crítica em projetos que demandam diagnóstico preciso, como a quantificação de perdas de solo em lavouras. Além disso, a aquisição de imagens orbitais de altíssima resolução envolve altos custos.

Outro grande diferencial é a flexibilidade operacional frente à resolução temporal dos satélites. Enquanto estes últimos demoram dias ou até semanas para revisitarem um mesmo ponto da superfície terrestre, os drones, a depender das condições climáticas, podem voar em qualquer data. Isso permite capturar dados imediatamente após eventos críticos, como chuvas intensas, garantindo análises temporais mais precisas. Além disso, operam abaixo das nuvens, contornando um obstáculo frequente em regiões tropicais úmidas, onde a cobertura nebulosa inviabiliza imagens de satélite por longos períodos (Moraes *et al.*, 2024).

Além do avanço científico, a pesquisa possui relevância socioambiental. Ao fornecer subsídios para otimizar o terraceamento e reduzir custos com recuperação de solos, os resultados poderão ser replicados em outras regiões com características similares, contribuindo para a sustentabilidade agrícola e a preservação de recursos hídricos. A divulgação dos dados em formatos acessíveis, como mapas temáticos e relatórios técnicos, garantirá que produtores rurais e gestores públicos tenham em mãos informações práticas para tomada de decisão, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, em especial o ODS 15 (proteção da vida terrestre).

Em síntese, este projeto justifica-se pela urgência em combater a erosão acelerada por atividades humanas, pela carência de métodos precisos de monitoramento adaptados a escalas locais e pelo potencial inovador dos drones em transformar a gestão conservacionista do solo. Ao unir tecnologia de ponta, conhecimento agrônomo e demandas práticas, a iniciativa busca não apenas gerar conhecimento, mas também promover uma agricultura mais resiliente e sustentável.

Sendo assim, este projeto tem como objetivo geral avaliar a dinâmica e a evolução de sulcos erosivos em duas megaparcels em Presidente Castelo Branco-PR, uma com terraceamento e outra sem, por meio de monitoramento sistemático com drone, visando comparar a eficácia do terraceamento na mitigação da erosão hídrica e propor melhorias para o manejo conservacionista.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

A bacia hidrográfica onde se localizam as duas megaparcels deste estudo se encontra entre as coordenadas geográficas 23°11'27" sul e 52°06'0.16" oeste. Essa área é drenada por um afluente do Córrego da Tába, que tem 1.374 m de extensão e deságua no Ribeirão Jacupiranga, tributário do Rio Pirapó (Pellegrini; Barbosa, 2023).



A metodologia deste projeto será fundamentada em uma abordagem integrada, combinando técnicas de geotecnologia e monitoramento ambiental, com o intuito de avaliar a dinâmica erosiva em duas megaparcelas de Presidente Castelo Branco. As duas megaparcelas já foram pré-selecionadas e fazem parte do projeto Rede Agro, que vem estudando e monitorando os solos agrícolas em diversas regiões do Paraná.

A área selecionada envolve uma megaparcela que possui sistema de terraceamento consolidado e outra que não possui intervenções conservacionistas, porém, ambas possuem histórico de ocorrência de sulcos erosivos. A escolha dessas áreas visa estabelecer um comparativo robusto sobre a eficácia do terraceamento na contenção da erosão hídrica, considerando as condições edafoclimáticas locais



**Figura 1:** Localização das megaparcelas em Presidente Castelo Branco, PR.

**Fonte:** Pellegrini; Barbosa, 2023.

Os voos com drone serão realizados após eventos pluviométricos significativos, definidos como precipitações superiores a 30 mm em 24 horas, critério adotado com base em estudos regionais que associam esse limiar ao desencadeamento de processos erosivos acelerados (Valverde; Marengo, 2014). Para garantir a precisão dos dados, será utilizado drone da marca DJI e modelo AIR2S, equipados com sensores RGB, operando em altitude de 80 metros, com sobreposição lateral e frontal de 80%, assegurando GSD (Distância de Amostragem do Sol) adequada ( $\leq 3$  cm/pixel) para detectar sulcos erosivos.

As imagens coletadas serão processadas no software gratuito OpenDroneMap para gerar ortomosaicos georreferenciados, Modelo Digitais de Elevação (MDE) e Modelo Digital de Terreno (MDT), sendo este um mapa que representa a superfície do terreno, em formato digital. O MDT permite quantificar volumetricamente a perda de solo em ambas as parcelas, método validado em estudos recentes (Oliveira *et al.*, 2022). Paralelamente, a correlação entre a evolução dos sulcos erosivos e variáveis ambientais será realizada por meio de análise multivariada. Dados pluviométricos, obtidos de estações meteorológicas locais ou sensores instalados *in situ*, serão integrados à análise da vegetação e à declividade do terreno para identificar padrões causais, utilizando-se regressões lineares e análises de *cluster*.

Para validar os dados obtidos remotamente, serão realizadas medições diretas em campo, utilizando trenas e perfis transversais dos sulcos erosivos, metodologia recomendada pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS). Essas medições, feitas em pontos estratégicos georreferenciados, servirão para calibrar os modelos volumétricos gerados pelo VANT, reduzindo incertezas metodológicas.



Ao final do ciclo de monitoramento, os resultados serão sintetizados em um relatório técnico-científico, que incluirá: (1) mapas temáticos de erosão e vulnerabilidade do solo; (2) tabelas comparativas das perdas de solo entre as parcelas; e (3) recomendações técnicas para otimização do terraceamento, como ajustes na distância entre curvas de nível ou integração com práticas de cobertura vegetal. As diretrizes propostas serão embasadas em modelos preditivos, desenvolvidos a partir dos dados coletados, que simularão cenários de mitigação sob diferentes condições climáticas.

A divulgação dos resultados priorizará canais de impacto local e científico e apresentações em eventos de expressão, garantindo a transferência do conhecimento para agricultores e gestores públicos.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Espera-se, ao final do projeto, produzir um diagnóstico comparativo entre duas megaparcelsas agrícolas, uma com e outra sem terraceamento, quanto à formação e à evolução dos sulcos erosivos ao longo de eventos pluviométricos significativos. Por meio da análise temporal de imagens aéreas obtidas por drone, espera-se quantificar a perda de solo em ambas as áreas, fornecendo dados volumétricos e mapas temáticos com alta resolução espacial. Esses dados permitirão avaliar a eficiência da técnica de terraceamento como estratégia conservacionista do solo, especialmente em solos arenosos. Também se espera validar os dados obtidos remotamente com medições em campo, assegurando a precisão do modelo.

Os resultados serão sistematizados em relatórios técnicos e científicos, contendo recomendações práticas de manejo sustentável e orientações para a otimização do terraceamento em áreas com características edafoclimáticas semelhantes. Os produtos esperados incluem mapas de vulnerabilidade, gráficos comparativos e um artigo científico, com vistas à disseminação dos achados em eventos e periódicos da área.

### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos neste projeto possibilitarão uma avaliação detalhada da efetividade do terraceamento na redução da erosão hídrica em áreas agrícolas com predominância de solos arenosos. A comparação entre as duas megaparcelsas, uma com a técnica de terraceamento e outra sem qualquer prática conservacionista, associada à utilização de imagens aéreas de alta resolução e à validação por meio de medições em campo, permitirá a obtenção de dados consistentes sobre a ocorrência e o desenvolvimento de sulcos erosivos em decorrência de chuvas intensas.

A combinação entre sensoriamento remoto e dados coletados diretamente no terreno viabiliza a produção de mapas temáticos, gráficos comparativos e estimativas do volume de solo perdido, contribuindo para o aprimoramento do conhecimento técnico e científico relacionado ao manejo sustentável do solo. Os produtos finais, entre eles relatórios técnicos e um artigo científico, fornecerão fundamentos práticos para a adoção de estratégias conservacionistas em áreas com características edafoclimáticas semelhantes, reforçando a importância do terraceamento como uma medida eficaz de conservação do solo e do ambiente.

### REFERÊNCIAS

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 10 ed. São Paulo: Ícone, 2017, 392p.



- COELHO, W. R.; CAVICHIOLI, F. A.. A aplicação de drones na agroindústria de precisão. **Revista Interface Tecnológica**, v.18, n.1, 202. DOI: <https://doi.org/10.31510/infa.v18i1.1108>
- FIDALSKI, J. Sistema de terraceamento agrícola proposto para a região noroeste do Paraná. **Acta Scientiarum**, v.20, p. 313-316, 1998. DOI: 10.4025/actasciagrôn.v20i0.4366
- HAMZA, M.; BRASSEUR, B.; SPICHER, F.; GALLET-MORON E.; BURIDANT, J.; KOBALISSI, A.; HOREN, H. Physical recovery of forest soil after compaction by heavy machines, revealed by penetration resistance over multiple decades. **Forest Ecology and Management**, v. 449, p. 1-10, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117472>
- LIMA, J. M; OLIVEIRA, G. C; MELO, C. **Conservação do solo e da água notas de aulas práticas**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2010. 62p. (Disciplina GCS 104). Disponível em: [http://www.dcs.ufla.br/site/\\_adm/upload/file/slides/matdispo/geraldo\\_cesar/NOTAS%20DE%20AULAS%20-%20PR%C3%81TICA.pdf](http://www.dcs.ufla.br/site/_adm/upload/file/slides/matdispo/geraldo_cesar/NOTAS%20DE%20AULAS%20-%20PR%C3%81TICA.pdf). Acesso em: 15 abr. 2025.
- MORAES, L. R *et al.* Benefícios, desafios e legislações para utilização de drones na produção agrícola: uma revisão da literatura. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, v.03, 2024. DOI: <https://doi.org/10.61164/rmmn.v3i3.2181>
- OLIVEIRA, A. M. M., PINTO, S. A. F. LOMBARDI NETO, F. Caracterização de indicadores da erosão do solo em bacias hidrográficas com o suporte de geotecnologias e modelo predictivo. **Estudos Geográficos**, Rio Claro, v. 5, n.1, p. 63-86, 2007.
- OLIVEIRA, R. P. *et al.* Mapeamento de erosão com drones no Cerrado: vantagens e aplicações. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 23, n. 4, p. 891-905, 2022.
- PELLEGRINI, A.; BARBOSA, G. M. C. **Manejo e conservação de solo e água: volume 1 - formação, implantação e metodologias**. Rede Paranaense de Agropesquisa e Formação Aplicada, Curitiba: SENAR AR/PR, 2023.
- SILVA, R. C.; MCBEATH, T. M.; ANTILLE, D. L.; THOMAS, M.; MACDONALD, L. M. Reversible strengthening behaviour of subsurface layers in sandy soils – understanding variable response to strategic deep tillage. **Soil and Tillage Research**, v. 237, 105981, 2024.
- VALVERDE, M. C.; MARENGO, J. A. Extreme Rainfall Indices in the Hydrographic Basins of Brazil. **Open Journal of Modern Hydrology**, 2014, 4, 10-26. DOI: <http://dx.doi.org/10.4236/ojmh.2014.41002>