Gestão:

Reunião de Acompanhamento e Avaliação - RAA 2026

Monitoramento ambiental e simulação hidrológica de áreas úmidas naturais em paisagens de produção de cana-de-açúcar para biocombustíveis com dados multissensores aerotransportados

D'Umbra, I. V. N. [1]; Furlan, L. M. [2]; .[1]Bolsista do PRH 40.1/UNESP, curso de Geologia, Rio Claro – SP. E-mail: igor.dumbra@unesp.br [2]Docente do curso de Geologia da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro – SP. E-mail: lucas.m.furlan@unesp.br

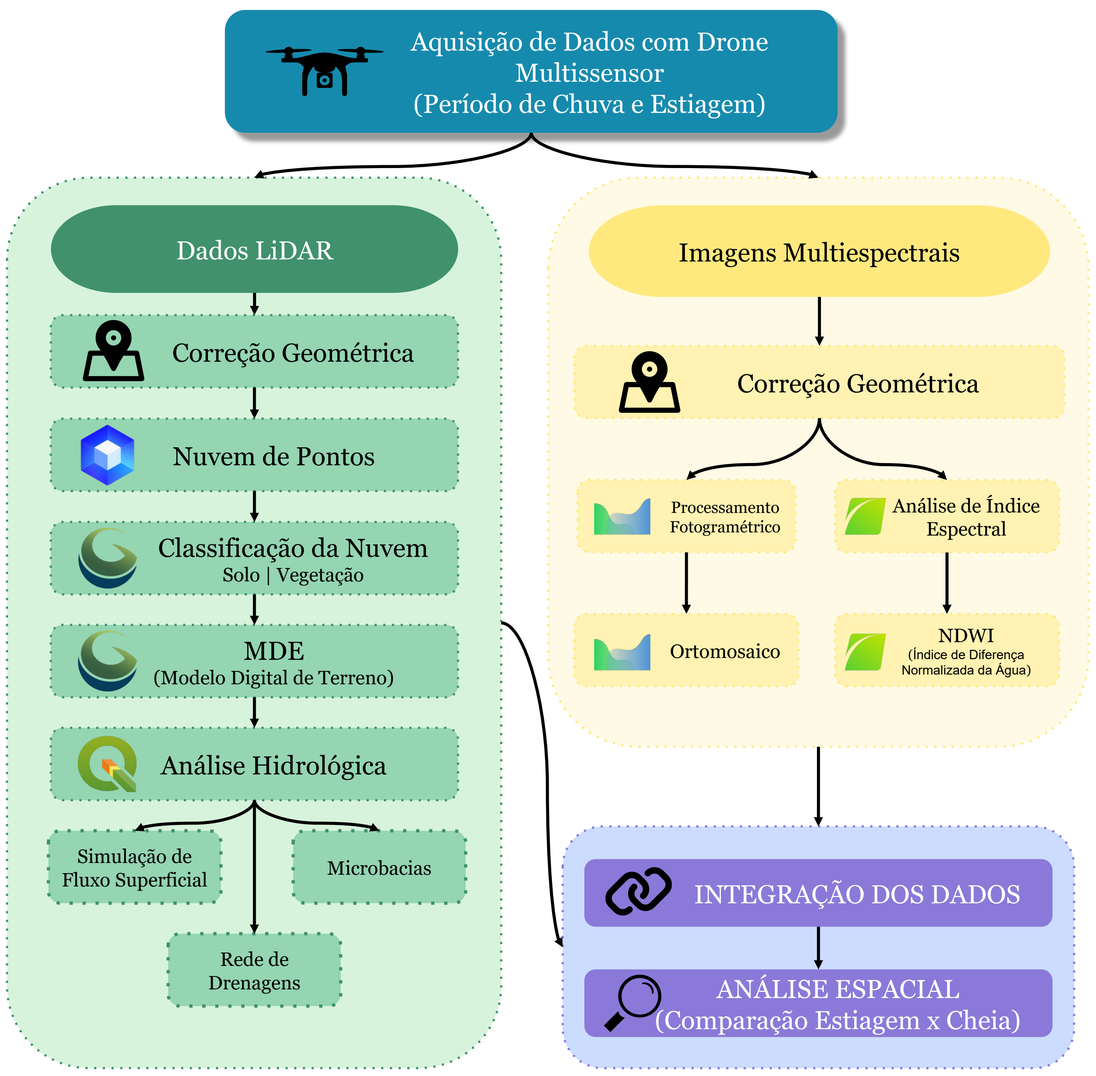
INTRODUÇÃO

As áreas úmidas geograficamente isoladas (AUGIs) são ecossistemas de transição entre ambientes aquáticos e terrestres, relevantes para o armazenamento temporário de água (Junk et al., 2014). Embora não apresentem conexão superficial permanente com outros corpos d'água, podem estabelecer conexões subsuperficiais, contribuir para a recarga de aquíferos e auxiliar na manutenção da umidade dos solos adjacentes (Furlan et al., 2021; Furlan; Moreira; Rosolen, 2025). Esses processos podem influenciar a disponibilidade hídrica em áreas agrícolas de alta produtividade.

Mudanças no uso e manejo do solo pode alterar o escoamento superficial e o aporte de sedimentos e outros compostos nas AUGIs (Bijay-Singh; Craswell, 2021), afetando o regime de alagamento e o funcionamento do ecossistema (Furlan; Moreira; Rosolen, 2025). No interior paulista, a escala do cultivo de cana-de-açúcar para açúcar e bioetanol (CONAB, 2025; IBGE, 2025) torna relevante entender essa relação .

O objetivo deste estudo é monitorar uma AUGI na região de Piracicaba-SP em dois períodos do ano, utilizando dados LiDAR e multiespectrais de alta resolução espacial adquiridos por drones, e simular o escoamento superficial em suas áreas de contribuição hídrica.

MATERIAL E MÉTODOS



RESULTADOS

A nuvem de pontos LiDAR foi classificada em solo (último retorno do laser), vegetação baixa, média e alta. A classe "solo" são os pontos que atingiram a superfície do terreno, enquanto as classes de vegetação representam os outros retornos, variando conforme o estágio de desenvolvimento da vegetação. Os pontos classificados como "solo" foram utilizados para a geração dos Modelos Digitais de Terreno (Figura 1), que foram a base para todas as simulações hídricas subsequentes.

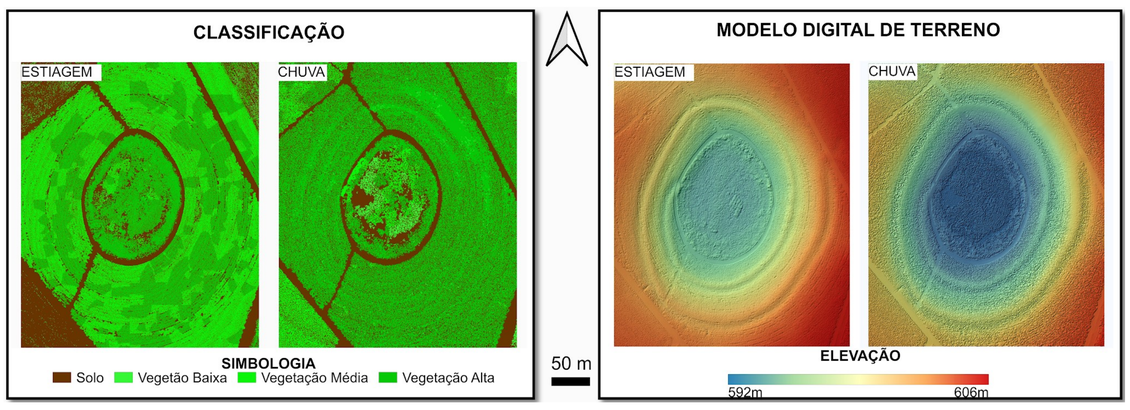


Figura 1. Comparação entre a classificação da nuvem de pontos e os Modelos Digitais de Terreno nos períodos de chuva e estiagem.

Os dados LiDAR, com sua capacidade de penetrar sob a vegetação, foram essenciais para a modelagem de fluxos superficiais em diferentes estágios do cultivo, já que permitem o monitoramento em escala temporal sem perda de dados.

O comportamento do escoamento superficial difere entre as estações (Drenagens, Figura 2). Na estação seca, as linhas de fluxo com maior acumulação tendem a contornar a AUGI, acompanhando o padrão de plantio em curvas de nível. Em alguns setores, entretanto, o escoamento atravessa essas linhas de plantio e converge diretamente para a área úmida. Durante a estação chuvosa, esse padrão se intensifica e se expande por toda a área cultivada que contribui hidrologicamente para a AUGI. A maior densidade de microdrenagens indica o aumento da concentração do escoamento superficial e, consequentemente, do potencial de erosão e transporte de sedimentos e outros materiais para o interior do ecossistema.

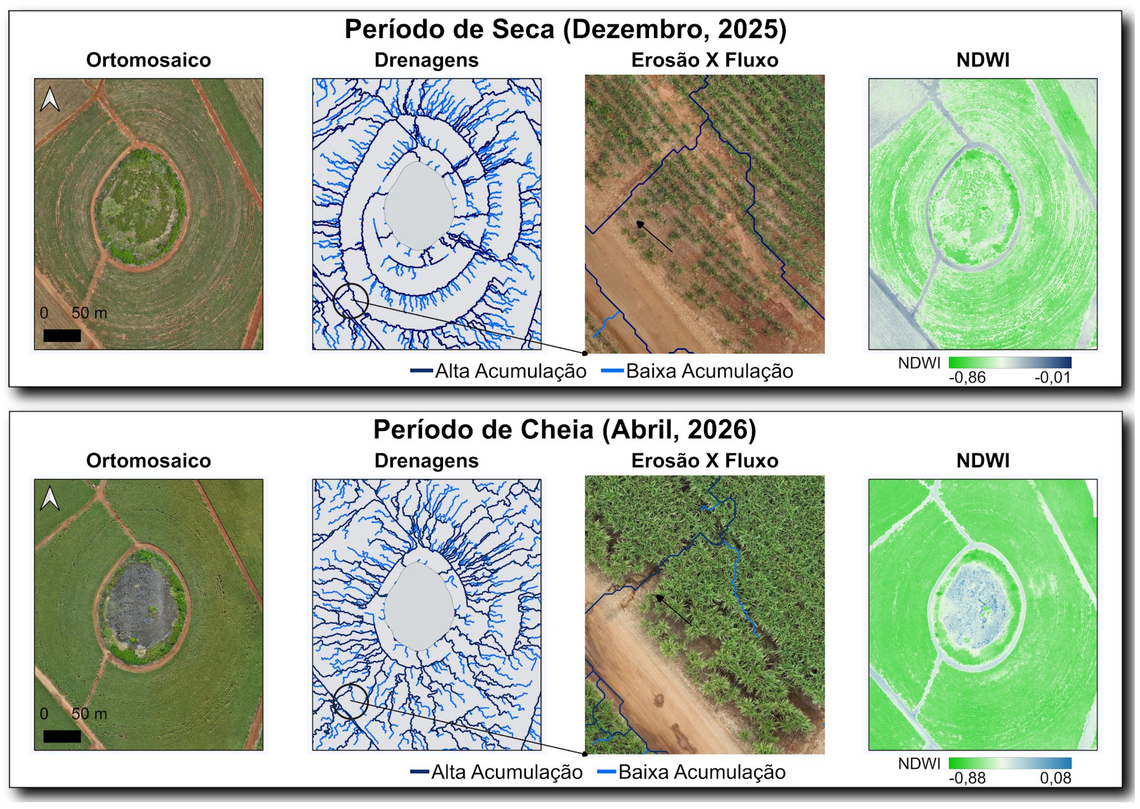


Figura 2. Comparação entre ortomosaico, mapa de drenagens, evolução da erosão e NDWI nos períodos de chuva e estiagem.

Os fluxos de maior acúmulo exigem monitoramento prioritário, pois favorecem a formação e o avanço de processos erosivos (Furlan et al., 2021; Furlan; Moreira; Rosolen, 2025). A evolução de um sulco na coluna 3 da Figura 2 ilustra este risco, demonstrando a evolução após 4 meses

O NDWI (Figura 2) delimitou a porção alagada da área úmida com maior nitidez que o ortomosaico RGB, incluindo setores nos quais a presença de água não era visualmente evidente. Essa delimitação é necessária porque o LiDAR não permite representar adequadamente o terreno submerso: os pulsos podem ser refletidos pela superfície da água, absorvidos ou não produzir retornos válidos.

1. **Dados LiDAR e multiespectrais permitiram representar o terreno, delimitar o alagamento e simular o escoamento superficial.**
2. **Na estação chuvosa, ocorreu aumento pronunciado das microdrenagens, indicando a intensificação dos processos erosivos.**
3. **A erosão e o aporte de materiais podem comprometer a qualidade e o armazenamento de água na AUGI, com potenciais impactos ambientais e produtivos.**

AGRADECIMENTOS

Apoio financeiro do Programa de Formação de Recursos Humanos da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – PRH-ANP, gerido pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Brasil. Processos nº 2025/03066-0 e 2025/17846-7; Apoio financeiro FAPESP nº 2025/05455-3.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIJAY-SINGH; CRASWELL, Eric. Fertilizers and nitrate pollution of surface and ground water: an increasingly pervasive global problem. SN Applied Sciences, v. 3, n. 4, p. 518, abr. 2021.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar: safra 2025/26, 3º levantamento. Brasília: Conab, 2025.

FURLAN, Lucas Moreira et al. The interactive pedological-hydrological processes and environmental sensitivity of a tropical isolated wetland in the Brazilian Cerrado. SN Applied Sciences, v. 3, n. 2, p. 144, fev. 2021.

FURLAN, Lucas Moreira; MOREIRA, César Augusto; ROSOLEN, Vânia Silvia. Surface and Subsurface Hydrodynamics of Inland Wetlands in Brazil: Integrating High-Resolution Remote Sensing and Hydrogeophysics. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, v. XLVIII-2/W10-2025, p. 71–77, 7 jul. 2025.

IBGE. Cana-de-açúcar. Rio de Janeiro: IBGE, 2025.

JUNK, W. J. et al. Brazilian wetlands: their definition, delineation, and classification for research, sustainable management, and protection. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, v. 24, n. 1, p. 5–22, fev. 2014.