

Gamaespectrometria, Magnetometria e Dados Legados para Mapeamento Digital da Química Superficial de Solos em Minas Gerais

Rossener, Pedro Luiz; Knaip, Julia B.; Pereira, Luís Flavio; Francelino, Márcio R.; Fernandes-Filho, Elpídio I.

ODS 15
Vida terrestre

Introdução

A Capacidade de Troca Catiônica (CTC) é um atributo essencial do solo para a fertilidade e gestão sustentável. Entretanto, mapas detalhados de solos no Brasil são escassos devido ao custo elevado de levantamentos convencionais. O Mapeamento Digital de Solos (MDS), aliado a dados ambientais, aerogeofísicos e algoritmos de aprendizado de máquina, surge como alternativa promissora para superar essas limitações.

Objetivos

Este trabalho teve como objetivo mapear a capacidade de troca catiônica (CTC) dos solos de Minas Gerais, na camada de 0 a 20 cm, por meio da integração de técnicas de aprendizado de máquina, dados legados de solos, covariáveis ambientais e aerogeofísicas. Buscou-se selecionar as covariáveis mais relevantes para a modelagem, comparar o desempenho de diferentes algoritmos e quantificar as incertezas dos mapas gerados. A proposta consistiu, portanto, em avaliar o potencial da abordagem integrada para superar as limitações impostas pela base de dados disponível e produzir mapeamentos com maior consistência e aplicabilidade para a gestão dos recursos naturais.

Material e Métodos

O estudo foi realizado em Minas Gerais utilizando 667 amostras de solo da camada de 0–20 cm do Banco de Solos de Minas Gerais. As covariáveis ambientais foram organizadas segundo o modelo SCORPAN e incluíram dados climáticos, relevo, material de origem e classes de solos. Também foram incorporados dados aerogeofísicos de gamaespectrometria e magnetometria da CPRM. A seleção de preditores foi feita por eliminação de redundâncias e pelo algoritmo Recursive Feature Elimination (RFE). Para o mapeamento da CTC efetiva (ECEC) e total (TCEC), foram aplicados cinco algoritmos de aprendizado de máquina (Random Forest, Cubist, GBM, MARS e SVM Radial), validados por métricas estatísticas (R^2 , CCC, MAE e RMSE).

Apoio Financeiro

Resultados e/ou Ações Desenvolvidas

A avaliação dos modelos de machine learning mostrou que Random Forest e Cubist foram os mais robustos, com desempenho moderado e consistente (CCC de teste ≈ 0.4 para ECEC). O modelo GBM apresentou resultados intermediários, enquanto o algoritmo MARS se mostrou inadequado por ter sofrido forte superajuste (overfitting), falhando na validação com dados independentes. O algoritmo SVM radial apresentou comportamento Anômalo, indicando erro no processo de modelagem.

A predição da CTC efetiva (ECEC) foi consistentemente mais acurada do que a da CTC total (TCEC). Além disso, o estudo validou o potencial de covariáveis aerogeofísicas, com a razão Urânio/Tório (eU/eTh) destacando-se como um dos preditores mais importantes da TCEC no modelo de melhor desempenho.

Conclusões

O uso de machine learning e dados aerogeofísicos mostrou-se promissor para o MDS em Minas Gerais. Contudo, os modelos geraram mapas com acurácia moderada e incertezas significativas, devido à limitação dos dados legados. Para avanços futuros, recomenda-se adensar a base de solos e explorar novas covariáveis.

Bibliografia

McBratney et al. 2003; Gomes 2021; Kuhn 2020; IBGE 2019; Alvares et al. 2014 R Foundation.