

Agronomia - Ciência do Solo

Integração do pXRF associado ao aprendizado de máquina no monitoramento nutricional de clones de Eucalyptus Saligna

Gustavo Lara Caputo - 5º módulo de Agronomia, UFLA, bolsista PIBIC/FAPEMIG

Sérgio Henrique Godinho Silva - Professor – DCS/UFLA

Elias Frank de Araújo - Pesquisador de Solos na CMPC Celulose RioGrandense, Guaíba

Marco Aurélio Carbone Carneiro - Professor – DCS/UFLA

Nilton Curi - Professor Emérito – DCS/UFLA

Renata Andrade Reis - Orientadora DCS, UFLA - Orientador(a)

Resumo

O eucalipto é uma das espécies mais relevantes da silvicultura brasileira, gerando cerca de USD 12,7 bilhões em 2023. Entre os clones cultivados, o Eucalyptus Saligna se destaca pela alta taxa de crescimento, pelo uso eficiente da água e pelas múltiplas aplicações, como produção de carvão vegetal, papel e biomassa. No entanto, a fertilidade do solo nem sempre supre suas exigências, o que torna essencial o monitoramento do estado nutricional das plantas. A análise foliar é considerada o método mais direto para refletir esse estado, mas os procedimentos convencionais apresentam limitações: são destrutivos, caros, demorados e ainda geram impactos ambientais devido ao uso de reagentes químicos. Nesse cenário, a fluorescência de raios-X portátil (pXRF) surge como uma alternativa promissora, por permitir análises rápidas, não destrutivas e ambientalmente mais seguras. Assim, o objetivo deste trabalho foi utilizar os dados gerados por pXRF para prever o teor de macro (Ca, K, Mg, N, P e S) e micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) em folhas de clones de Eucalyptus Saligna cultivados em diferentes tipos de solo. Foram utilizadas 502 amostras foliares, previamente secas, moídas e submetidas à digestão ácida (método convencional) e lidas em triplicata pelo pXRF. Seis algoritmos de aprendizado de máquina foram testados (PPR, PLS, RF, SVM, XGB e CR), com 70% dos dados destinados ao treinamento e 30% à validação. Com exceção de B, Zn e Mg, todos os elementos foram preditos com alta acurácia, com R² variando de 0,69 a 0,96 e RPD > 1,79. O RF se destacou entre os demais algoritmos, entregando os modelos mais acurados. Os resultados indicam que a técnica pode agilizar o diagnóstico nutricional, reduzir custos e contribuir para um manejo mais eficiente e sustentável. Além disso, a integração do pXRF com aprendizado de máquina oferece potencial para aplicações em larga escala, permitindo decisões mais ágeis e econômicas, ampliando a produtividade e a sustentabilidade da produção de Eucalyptus Saligna.

Palavras-Chave: Diagnóstico nutricional, Análise foliar, Sustentabilidade.

Instituição de Fomento: Fapemig

Link do pitch: https://youtu.be/krKG_M6-UGw