

Engenharia Florestal

Espectroscopia NIR portátil como ferramenta para triagem inteligente de embalagens

Júlia Mesquita Carvalho - 8º módulo de Engenharia Florestal, UFLA, bolsista PIBIC/CNPq

Paulo Ricardo Gherardi Hein - Orientador, DCF, UFLA - Orientador(a)

Thalles Loiola Dias - Doutorando em Ciência e Tecnologia da Madeira, DCF, UFLA

Luíza Mendonça Bonfim Tavares - Doutoranda em Ciência e Tecnologia da Madeira, DCF, UFLA

Caio Palmeira Goulart - Doutorando em Ciência e Tecnologia da Madeira, DCF, UFLA

Resumo

O aumento do consumo de produtos industrializados tem provocado um crescimento expressivo na geração de resíduos sólidos urbanos, sobretudo embalagens de diferentes materiais, como plásticos, papéis, metais e compósitos. A destinação inadequada desses resíduos acarreta sérios impactos ambientais, reforçando a necessidade de tecnologias inovadoras que viabilizem o reaproveitamento e a reciclagem em escala industrial. Nesse cenário, a espectroscopia no infravermelho próximo (NIR) desponta como uma ferramenta estratégica, capaz de realizar a identificação rápida, não destrutiva e em tempo real de materiais de diferentes naturezas. O presente projeto teve como objetivo desenvolver e validar modelos espectrais robustos para a discriminação de embalagens, com foco em aplicações práticas no setor de reciclagem. Espectros NIR foram obtidos por um Trinamix NIR portátil em diferentes tipos de embalagens produzidas por uma empresa líder no setor de celulose e papel. Para a análise dos dados, aplicaram-se modelos de Discriminação por Mínimos Quadrados Parciais (PLS-DA), tanto para classificar as embalagens por tipo de produto quanto, em cada produto, por gramatura. Os resultados demonstraram o elevado potencial da técnica: o modelo global de PLS-DA para classificação dos tipos de produtos (Klainer, Ekoflute, EkoLiner, EkoKraftSized, KaFlat e KlaSack) alcançou acurácia de 97,25% com cinco variáveis latentes. Contudo, para o produto EkoLiner, cuja composição apresenta fibras recicladas e elevada heterogeneidade, a acurácia não foi satisfatória. Em relação aos modelos de classificação por gramatura, observaram-se desempenhos igualmente promissores: 94,7% para Klainer, 98,3% para KaFlat e 97,5% para KlaSack, todos ajustados com oito variáveis latentes. Esses resultados confirmam que a espectroscopia NIR, associada à estatística multivariada, constitui uma alternativa eficiente e sustentável para a segregação de embalagens, contribuindo para a racionalização da triagem em centros de reciclagem e para o avanço da economia circular.

Palavras-Chave: Espectroscopia NIR portátil, Reciclagem, Classificação de embalagens.

Instituição de Fomento: CNPq e UFLA

Link do pitch: <https://youtu.be/jR6fmX-FBXY?si=h1B0gM5eLDfIL8yb>