

**ABORDAGEM MULTI-INDICADOR COMO FERRAMENTA PARA A  
RASTREABILIDADE DA MADEIRA: MARCADORES ANATÔMICOS, FÍSICOS E  
QUÍMICOS**

Daigard Ricardo Ortega Rodriguez<sup>1\*</sup>; Luiz Santini<sup>2</sup>; Manolo Quintilhan<sup>3</sup>; Andrea Hevia<sup>4</sup>; Raul Sanchez Salguero<sup>4</sup>; Mario Tomazello Filho<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ciências Florestais, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ, Universidade de São Paulo (USP), Piracicaba/SP, Brasil.

<sup>2</sup> Hémera Centro de Observación de la Tierra, Escuela de Ingeniería Forestal, Facultad de Ciencias, Universidad Mayor, Camino La Pirámide 5750, 8580745, Huechuraba, Santiago, Chile.

<sup>3</sup> Departamento de Biología Vegetal, Instituto de Biología, Caixa Postal: 6109, Universidad Estadual de Campinas (UNICAMP), 13083-970, Campinas, SP, Brasil.

<sup>4</sup> DendrOlavide, Dept. Sistemas Físicos, Químicos y Naturales, Universidad Pablo de Olavide, Crta. Utrera km. 1, 41013 Sevilha, Espanha.

\* e-mail do autor correspondente: dai.ricardo.or@gmail.com

**Resumo:** Os avanços metodológicos nos últimos anos abriram novas perspectivas para estudos de rastreabilidade da madeira ao facilitar a caracterização do lenho das árvores. Essas novas metodologias incorporaram parâmetros físicos e químicos complementares aos procedimentos anatômicos tradicionais usados para descrever as madeiras. Aqui, apresentamos os resultados de novos estudos que exploram as relações entre características de densidade da madeira e elementos químicos envolvidos na formação do lenho das árvores de espécies tropicais. Também fornecemos ferramentas para a caracterização macroscópica (crescimento radial e densidade da madeira), análise microscópica por cortes histológicos longos (anatomia) e densitometria de raios X (física) e fluorescência de raios X (química). Os resultados apresentados nestes estudos sugerem que a análise multi-indicador combinando parâmetros físicos e químicos juntamente com a anatomia da madeira contribuiria para melhorar a definição dos padrões de diferenciação entre espécies e verificar a sua procedência da madeira. Futuros estudos devem incluir testes de robustez estatística incluindo estes parâmetros, afim de gerar protocolos rápidos e confiáveis que possam ser usadas pelos órgãos de controle ambiental estaduais.

**Palavras-chave:** Dendroquímica, Densitometria de raios X, Anéis de crescimento

**MULTIPROXY APPROACH AS A TOOL FOR TRACEABILITY OF WOOD:  
ANATOMICAL, PHYSICAL AND CHEMICAL MARKERS**

**Abstract:** Methodological advances in recent years have opened new perspectives for wood traceability studies by facilitating the characterization of tree wood. These new methodologies incorporated physical and chemical parameters complementary to the traditional anatomical procedures used to describe the woods. Here, we present the results of new studies that explore the relationships between wood density characteristics and chemical elements involved in the formation of the wood of trees of tropical species. We also provide tools for macroscopic characterization (radial growth and wood density), microscopic analysis by long histological slices (anatomy) and X-ray densitometry (physics) and X-ray fluorescence (chemistry). The results presented in these studies suggest that the multiproxy analysis combining physical and chemical parameters together with the wood anatomy would contribute to improve the definition of wood patterns for species differentiation and verify their origin. Future studies should include statistical robustness tests using these parameters, in order to generate fast and reliable protocols that can be used by state environmental control agencies.

**Keywords:** Dendrochemistry, X-ray densitometry, Growth rings