

## Densitometria de raio x na avaliação da densidade da madeira: uma análise bibliométrica

Douglas Batista da Costa<sup>1</sup>; Jenifer Nathanna Marcelino de Moura<sup>2</sup>; Edilma Maria dos Santos<sup>3</sup>; Ana Maria Macedo de Oliveira<sup>3</sup>; Paulo André Trazzi<sup>4</sup>

<sup>1</sup>. Engenheiro Florestal, Mestrando, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. E-mail: engdouglascosta@outlook.com

<sup>2</sup>. Engenheira Florestal, Mestranda, Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal do Acre. E-mail: jenifer.moura@sou.ufac.br

<sup>3</sup>. Graduandas em Engenharia Florestal, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. E-mail: 201810490@uesb.edu.br; 201811026@uesb.edu.br

<sup>4</sup>. Engenheiro Florestal, Dr., Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal do Acre. E-mail: paulo.trazzi@ufac.br

### Resumo

O objetivo deste trabalho foi realizar uma análise bibliométrica na base de dados *Scopus* para verificar as tendências mundiais e as principais características das pesquisas científicas sobre a densitometria de raio x utilizada na avaliação da densidade de madeira. As palavras-chave utilizadas para a busca foram “*Tree Ring, Wood, Forestry e Density*”. Foram encontradas 186 publicações. Para análise dos dados, foram utilizados os softwares *Microsoft Excel for Windows®* 2016 e *VOSviewer* 1.6.16. Os resultados mostraram o aumento de interesse nas publicações sobre pesquisas relacionadas ao tema estudado em todo o mundo, com destaque para Estados Unidos e Brasil.

**Palavras-chave:** *Density*; Bibliometria; *VOSviewer*.

### Introdução

Apesar de ser uma matéria-prima amplamente explorada, pouco se sabe sobre a maioria das espécies nativas da Amazônia, principalmente se tratando de características físicas, mecânicas e anatômicas, o que reforça a importância desses estudos (ZANATTA et al., 2021). O aprimoramento no emprego de novas tecnologias para transformação e uso racional da madeira na geração de novos produtos requer o conhecimento adequado de suas características e de seu comportamento como matéria-prima (LOBÃO; PEREIRA, 2005).

A avaliação do potencial tecnológico da madeira se dá pela determinação de suas propriedades físico-mecânicas, as quais são fundamentais para definir a melhor aplicação às diversas utilizações (MOREIRA; MOUTINHO, 2018). Dentre tantas características, a densidade da madeira se torna uma das variáveis mais importantes, pois sua variabilidade influencia diretamente nas demais características tecnológicas (CARNEIRO et al., 2020). Essa propriedade, por expressar a relação entre a massa e o volume do lenho em determinada umidade, possui importância relevante para os processos e aplicações industriais da madeira. (OLIVEIRA; HEILMEISTER; TOMAZELLO FILHO, 2005). Vários são os métodos para a determinação da densidade da madeira, entre os quais vem ganhando espaço a densitometria por raios x, um método que permite obter perfis ou imagens da madeira para analisar variações na densidade ao longo de uma amostra (JACQUIN et al., 2017).

Para acrescer a difusão de conhecimentos acerca desse método é necessário inteirar-se com as áreas do conhecimento que mais publicam e como as pesquisas vêm sendo realizadas. Para isso, uma das técnicas utilizadas é a bibliometria, técnica quantitativa e estatística empregada para medir índices de produção e disseminação do conhecimento, acompanhar o desenvolvimento de diversas áreas científicas e os padrões de autoria, publicação e uso dos resultados de investigação (ARAÚJO, 2015; PORTELA; PAULETTO, 2020).

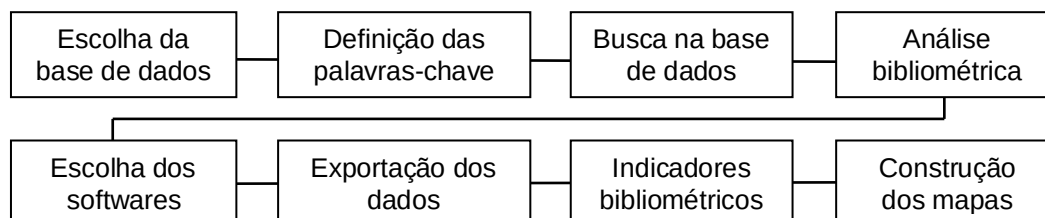
Assim, visando promover o enriquecimento do conhecimento científico a respeito da densitometria de raio x na avaliação da densidade da madeira, este estudo tem como objetivo analisar de forma quantitativa e descritiva as publicações relacionadas ao tema por meio de uma abordagem bibliométrica.

### Material e métodos

A metodologia adotada foi a bibliométrica, sendo as etapas descritas no fluxograma (Figura 1). A base de dados *Scopus* foi utilizada para a pesquisa e sua escolha se justificou por se tratar de uma das maiores bases e que abrange temas multidisciplinares, revistas científicas, livros e documentos de conferência (ELSEVIER, 2021; MEDEIROS, 2021). Em maio de 2021, ocorreu a

pesquisa avançada com as palavras-chave em inglês: “tree ring” OR “ring growth” OR “growth ring” AND *densitometry* OR *density* OR *microdensitometry* AND “x-ray” OR “x ray”. Os termos foram colocados entre aspas para garantir a abrangência de publicações somente do assunto de interesse (MEDEIROS, 2021). Os operadores lógicos, também chamados de operadores booleanos (AND e OR) foram usados para refinar a busca e unir os termos.

Figura 1. Fluxograma metodológico da análise bibliométrica.



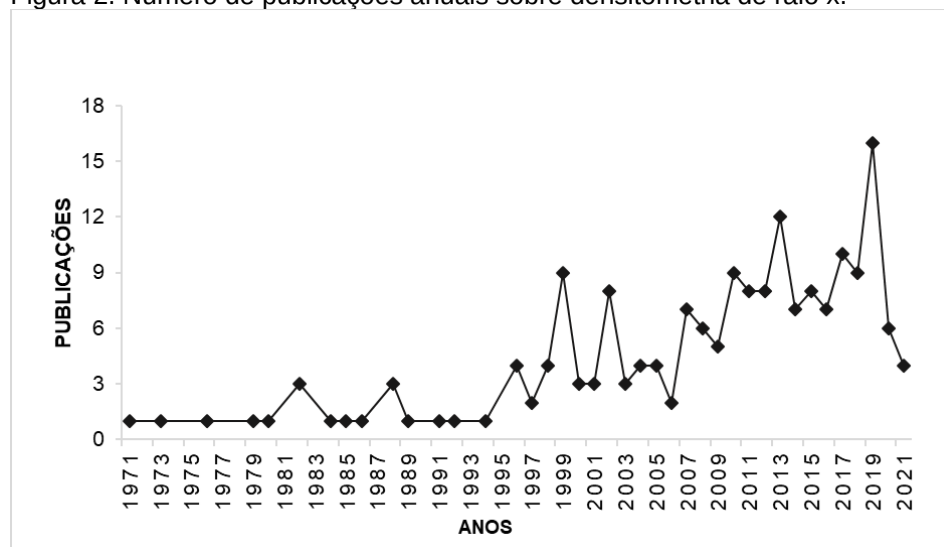
Fonte: Autoria Própria (2021).

Como parâmetro de busca, utilizou-se o código “TITLE-ABS-KEY” para localizar publicações que contenham apenas os termos mencionados no campo de busca no título, resumo e/ou palavras-chave. Os dados do estudo foram exportados como um arquivo csv, processados e organizados no programa *Microsoft Excel for Windows® 2016*. Para a análise bibliométrica, foi utilizado o software *VOSviewer* versão 1.6.16 desenvolvido pelo *Centre for Science and Technology Studies da Leiden University* para construção de mapas, visualização espacial, análise e exploração com base em dados da web (VAN ECK; WALTMAN, 2020).

## Resultados e discussão

Foram encontrados 186 documentos científicos publicados no período entre 1971 à 2021, sendo o inglês o idioma principal de publicação (90%). Por se tratar de um idioma universal, a língua inglesa permite que pesquisadores de todo o mundo se comuniquem, cooperem entre si e compartilhem o conhecimento (NASSI-CALÒ, 2016). A Figura 2 mostra a evolução anual da produção científica envolvendo trabalhos relacionados à densitometria de raio x a nível mundial. Observa-se que entre os anos de 1971 a 1990 foram publicados poucos estudos na área. Apenas a partir de 1999, a quantidade de publicações passou a crescer de maneira não linear, com pico máximo no ano de 2019, que pode ser explicado, de forma empírica, pelo aumento nos financiamentos e ingressos nos cursos de pós-graduação, o que gera mais informações publicadas ao longo desse período.

Figura 2. Número de publicações anuais sobre densitometria de raio x.



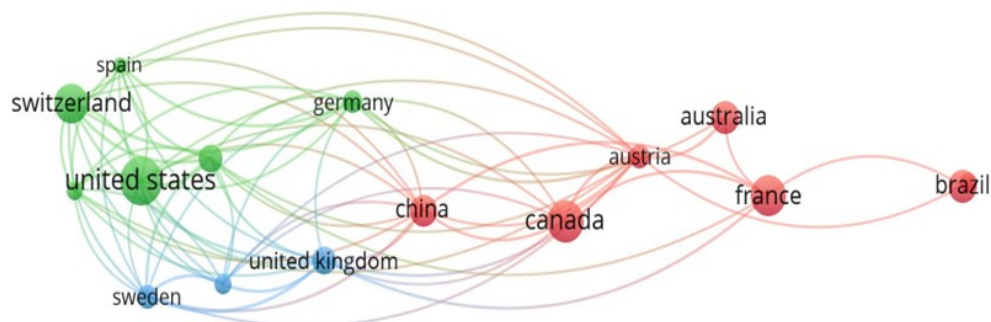
Fonte: Autoria Própria (2021).

Dos 16 países que atingiram o limiar (Figura 3), é possível observar três *clusters* bem delimitados. O conjunto vermelho ilustra os principais *clusters* com a maioria dos autores colaborando

entre si. As linhas entre eles representam os vínculos de coautoria entre os pesquisadores, e quanto mais forte o vínculo, mais espessa a linha (VAN ECK; WALTMAN, 2020).

O peso usado na criação da rede foi o número de documentos. Em vermelho está o *cluster* 1 liderado pelo Canadá, onde Brasil, França e Austrália têm uma participação relevante. Austrália e Brasil têm grandes áreas de florestas plantadas. Já a França faz parte desse grupo por conta dos pesquisadores de origem desse país que atuam em parceria com outras instituições, como a Universidade de São Paulo. O segundo *cluster* (verde) está concentrado em torno dos EUA e o cluster 3, em azul, está polarizado em torno do Reino Unido. Quanto maior o peso de um país na rede, maior o rótulo e o círculo. Quanto mais linhas, maior a interação entre os países e, a largura das linhas indica a força de interação entre os países colaboradores (CODATO, 2018).

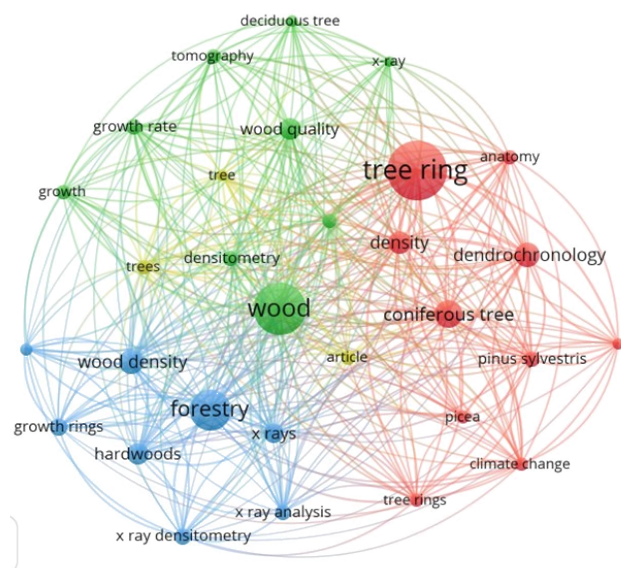
Figura 3. Rede de coautoria entre os países de origem dos autores.



Fonte: Autoria Própria (2021).

A análise de coocorrências entre palavras-chave identificou possíveis temas de pesquisa relacionadas à densitometria de raio x, pelo número de artigos coocorrendo em títulos, resumos ou palavras-chave (Figura 4). O tamanho de um termo reflete o número de publicações em que ele foi encontrado, e a distância entre dois termos oferece uma indicação aproximada da relação entre eles. A relação de termos foi determinada com base em coocorrências. Em outras palavras, quanto maior o número de publicações em que dois termos foram encontrados, mais forte será a relação entre os mesmos (VAN ECK; WALTMAN, 2017).

Figura 4. Análise da rede de coocorrências de palavras-chave.



Fonte: Autoria Própria (2021).

## Conclusões

As tendências mundiais ressaltam que as pesquisas sobre a densitometria de raio x têm crescido nos últimos anos, onde os principais documentos são artigos científicos publicados em sua maioria na língua inglesa, distribuídos por todo o mundo, com maior destaque nos países do Ocidente.

## Referências bibliográficas

ARAUJO, C. A. Bibliometria: evolução histórica e questões atuais. Em Questão, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 11-32, 2006.

CARNEIRO, F. S.; RUSCHEL, A. R.; FREITAS, L. J. M.; PINHEIRO, K. A. O.; SANTOS, J. C.; D'ARACE, L. M. B.; COELHO, F. A. Densidade da madeira de espécies florestais de quatro áreas experimentais da Amazônia Oriental Brasileira. 1.ed. Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2020.

CODATO, A. Utilizando citações para além do fator de impacto: uma alternativa para determinar topografias científicas. SciELO 20 Years Repository, [s. l.], p. 1-19, set. 2018.

ELSEVIER. Industrial Crops and Products: An International Journal. 2021.

JACQUIN, P.; LONGUETAUD, F.; LEBAN, J. M.; MOTHE, F. X-ray microdensitometry of wood: A review of existing principles and devices. Dendrochronologia. v. 42, p. 42-50, 2017.

LOBÃO, M. S.; PEREIRA, K. R. M. Tecnologia da Madeira: **Propriedades Físicas e Mecânicas da Madeira**. 1 ed. Rio Branco: Universidade Federal do Acre, 2005. 35 p.

MEDEIROS, F. S. B. Inovação em serviços: um panorama da produção científica na base Scopus (1967-2017). Desafio Online. v. 9, n. 2, 2021.

MOREIRA, L. S.; MOUTINHO, V. H. P. Densidade básica e resistência mecânica de madeiras de resíduos florestais da região amazônica. Revista Agroecossistemas. v. 10, p. 64-81, 2018.

NASSI-CALÒ, L. Estudo aponta que artigos publicados em inglês atraem mais citações [online]. SciELO em Perspectiva, 2016.

OLIVEIRA, J. T. S.; HEILMEISTER, J. C.; TOMAZELLO FILHO, M. Variação do teor de umidade e da densidade básica da madeira de sete espécies de eucalipto. Revista Árvore, v. 29, n. 1, p. 115-127, 2005.

PORTELA, J. G. A; PAULETTO, D. Análise bibliométrica da produção científica brasileira sobre *Dipteryx odorata* no período de 2009 a 2018. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, v.11, n.1, p.19-28, 2020.

PUCCINI, L. R. S.; GIFFONI, M. G. P.; SILVA, L. F. da; UTAGAWA, C. Y. Comparativo entre as bases de dados PubMed, SciELO e Google Acadêmico com o foco na temática Educação Médica. Cadernos UniFOA, Volta Redonda, n. 28, p. 75-82, ago. 2015.

VAN ECK, N. J.; WALTMAN, L. Citation-based clustering of publications using CitNetExplorer and VOSviewer. Scientometrics, v. 111, n.2, p. 1053-1070, 2017.

ZANATTA, B. P.; SOUZA, L. V. C.; OLIVEIRA, A. C.; PEREIRA, B. L. C.; LENGOWSKI, E. C. Densidade e resistência à compressão paralela às fibras da madeira de oito espécies amazônicas. XVII EMBRAMEM. Santa Catarina, 2021.