**Uso de modelo não linear para descrever a relação entre o comprimento de traqueídes e a idade de formação da madeira de** *Pinus caribaea*

**Kássio Vilela Monteiro¹ (kassiovilela@live.com), Andressa Carolina Martins da Costa1, Willian Martins da Silva¹, Lauren Soares Silva¹, Andressa Fernandes Magalhães1, Ernani Lopes Possato2, Amélia Guimarães Carvalho1, Antônio José Vinha Zanuncio1**

1Engenharia Florestal - Universidade Federal de Uberlândia, Monte Carmelo, MG; 2Universidade Federal de Viçosa, Rio Paranaíba, MG

**RESUMO:** A madeira de lenho juvenil, de transição e adulto podem estar presentes em uma mesma árvore, sendo diferenciados, entre outras características, pelo comprimento das traqueídes. O objetivo deste trabalho foi avaliar o uso de modelos não lineares para explicar o comportamento do comprimento de traqueídes, em árvores de *Pinus caribaea*, em função da idade das árvores. Foram selecionadas quatro árvores de dois materiais genéticos distintos de *P. caribaea*, com 20 anos de idade, totalizando oito árvores. Em cada árvore, foi retirado o disco correspondente a posição da base da árvore, 20 cm acima do solo de onde foram retiradas amostras do lenho inicial de cada anel de crescimento, para determinação do comprimento das traqueídes. O comprimento das traqueídes aumentou com o incremento da idade da árvore, em todo o período avaliado, desse modo, a atividade cambial foi caracterizada como madeira jovem até o sexto anel, pois a taxa de crescimento foi maior nesse período. Do oitavo ao último anel avaliado, houve incremento do comprimento das traqueídes com a idade, entretanto com taxas menores que aquelas registradas do primeiro ao sexto anel, caracterizando assim a região de lenho de transição. O modelo assintótico foi adequado ao ajuste do comportamento do crescimento das traqueídes em função da idade.

**Palavras-chave:** Comprimento de traqueídes; transição do lenho; modelo não linear.

**INTRODUÇÃO**

O lenho juvenil, de transição e o adulto são produzidos pelo crescimento secundário da árvore. Durante a fase jovem do cambio, ocorre a produção de células delgadas, com parede celular fina e de menor comprimento, formando o lenho juvenil. Com o passar do tempo, a organização do cambio gera um aumento nas dimensões das células produzidas, formando o lenho adulto. A transição entre lenho juvenil e o adulto é gradual, formando também o lenho de transição, a passagem entre estas fases varia conforme o material genético. Palermo et al. (2015) determinaram uma faixa de transição entre 8 e 13 anos para a madeira de árvores de 23 anos de *Eucalyptus grandis*. Ballarin; Palma (2003) mostraram que a produção de madeira juvenil de *Pinus taeda* ocorre aproximadamente até o 18° anel de crescimento e, que no 30° anel em diante o comprimento das traqueídes foi praticamente constante.

O câmbio inicia a produção de madeira adulta conforme sua idade, e não conforme a idade da árvore (PALERMO et al., 2013). Desse modo, quando a base começa a produzir madeira adulta, pois seu cambio já se encontra em estágio avançado de produção, o topo ainda está produzindo madeira juvenil.

A quantidade de lenho juvenil, transição e o adulto influencia na utilização da madeira e, por isso, devem ser mensurados e levados em consideração na sua utilização. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o uso da modelagem não linear para descrever o comprimento das traqueídes ao longo do sentido radial na madeira de *Pinus caribaea*.

**MATERIAL E MÉTODOS**

Foram selecionadas aleatoriamente 8 árvores representativas de um povoamento de *Pinus caribaea*, com 20 anos de idade, localizados na região do Triângulo Mineiro. Após seleção, as árvores foram cortadas e os discos referente à base do fuste, aproximadamente 20 cm de altura do solo, foram coletados e enviados ao Laboratório de Anatomia da Madeira (LAMAD), da Universidade Federal de Uberlândia, *campus* Monte Carmelo. Todos os discos foram lixados com uma lixadeira orbital, com lixas de 180 e 200 grãos, para destacar os anéis de crescimento

Amostras foram retiradas do lenho inicial de cada anel de crescimento do disco da base, de cada indivíduo, e a partir do material macerado foram preparadas as lâminas. Foram delimitados 19 anéis de crescimento para em cada disco. O comprimento das traqueídes foi mensurado conforme IAWA (1989).

O comportamento da relação entre o comprimento das traqueídes e o ano de formação da madeira, detectado pelos anéis de crescimento, foi avaliado e, em seguida, proposto o modelo teórico de comportamento, sendo este ajustado e avaliado utilizando o software R (R CORE TEAM, 2017).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Foi possível verificar o aumento do comprimento do traqueídes de forma exponencial, no início da relação entre as variáveis, até aproximadamente o 7° anel (Figura 1(a)). Especialmente a partir do 8° anel se observa a elevada variabilidade do comprimento das traqueídes, característico do lenho de transição, em que o valor máximo do comprimento de traqueídes parece estabilizar, em valores próximos à 6000 µm, enquanto ainda são produzidas traqueídes de comprimento próximos à 1000 µm.

 Desta forma, para evitar a grande variabilidade dos dados em cada anel de crescimento e captar o comportamento do crescimento do comprimento das traqueídes pela modelagem foram selecionados os cinco maiores valores, por anel de crescimento, resultando em uma base de base menor, em que é possível melhor visualização do comportamento dos dados (Figura 1(b)).

 

(b)

(a)

Figura 1. Relação entre o comprimento das traqueídes e o anel de crescimento correspondente, com 30 medições por anel (a), e a base de dados reduzida (b), considerando os 5 maiores traqueídes por anel.

Em função do comportamento entre essas variáveis, o modelo assintótico foi escolhido para o ajuste aos dados selecionados, em que possui como característica o crescimento inicial de forma exponencial, seguida de incrementos menores até a tendência de estabilização da taxa de incremento, correspondente à assíntota do modelo (Equação 1).

Y= *β1*+(*β2*-*β1*).exp(-exp(*β3* ).X)+*ε* (Equação 1)

Em que Y = comprimento do traqueídes (μm); X = anel correspondente da localização do traqueídes; *βi* = parâmetros do modelo; e *ε* = erro.

 Todos os parâmetros do modelo assintótico foram significativos (Tabela 1), com erro padrão residual igual a 246,2 (5,01%), sendo a assíntota estimada em 5734,38 μm, ou seja, o comprimento máximo médio dos cinco maiores traqueídes mensurados em cada anel de crescimento (Figura 2).

Tabela 1. Resultado do ajuste do modelo assintótico entre o comprimento das traqueídes e o anel correspondente.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Parâmetro** | **Estimativa** | **Erro padrão** | **valor t** | **Pr(>|t|)** |
| *β1* | 5734,38 | 54,34 | 105,527 | < 2e-16 \*\*\* |
| *β2* | 1428,96 | 159,27982 | 8,971 | 3,33e-14 \*\*\* |
| *β3* | -1,41989 | 0,06651 | -21,349 | < 2e-16 \*\*\* |



Figura 2. Representação da curva do modelo assintótico ajustado para a relação entre o comprimento das traqueídes e o anel de crescimento correspondente.

**CONCLUSÕES**

Considerando os dados utilizados, o modelo não linear assintótico é eficiente na descrição da relação entre o comprimento das traqueídes e a posição do anel de crescimento correspondente, para *P. caribaea*, até os 20 anos de idade.

**REFERÊNCIAS**

BALLARIN, A.W.; PALMA, H.F.L. Propriedades de resistência e rigidez da madeira juvenil e adulta de *Pinus taeda* L. **Revista Árvore**, v.27, n.3, p.371-380, 2003

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF WOOD ANATOMISTS- IAWA. **List of microscope features for hardwood identification**. IAWA Bulletin, Leiden, v. 10, p. 234- 332, 1989

PALERMO, G.P.M.; LATORRACA, J.V.F.; SEVERO, E.T.D.; DO NASCIMENTO, A.M.; DE REZENDE, M.A. Delimitação entre os lenhos juvenil e adulto de *Pinus elliottii* engelm. **Revista Árvore**, v.37, n.1, p.191-200, 2013

PALERMO, G.P.M.; LATORRACA1, J.V.F.; CARVALHO, A.M.; CALONEGO, F.W.; SEVERO, E.T.D. Anatomical properties of *Eucalyptus grandis* wood and transition age between the juvenile and mature woods. **European Journal of Wood and Wood Products**. v.73, n.6, p.775–780, 2015

R CORE Team (2017). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL https://www.R-project.org/