

Taxa de secagem e qualidade da madeira de *Ateleia glazioviana* Baill.

Luciane Gorski¹, Guilherme Valcorte¹, Roberta Rodrigues Roubuste¹, Daniel Tavares de Farias¹, Gabriela Teixeira da Silva¹, Cristiane Pedrazzi^{1*}, Rodrigo Coldebella¹, Clovis Roberto Haselein¹, Darci Alberto Gatto²

¹Laboratório de Química da Madeira, Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, Rio Grande do Sul

²Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Pelotas, Rio Grande do Sul

Original Article

*Corresponding author:
cristiane.pedrazzi@ufsm.br

Received in 27/03/2025

Accepted on 09/06/2025

Published in 11/08/2025

DOI:
<https://doi.org/10.34062/kqwsv779>

RESUMO: O objetivo do presente estudo foi avaliar o desempenho de peças serradas de madeira de *Ateleia glazioviana* submetidas à secagem ao ar livre e em estufa, com a finalidade de conhecimento acerca do uso da espécie. O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Produtos Florestais (LPF), pertencente a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Foram selecionados aleatoriamente corpos de prova da madeira da espécie, os quais foram alocados em estufa de circulação forçada de ar com temperatura de 60 °C e a secagem ao ar livre, em que o material foi colocado lado a lado sobre uma estrutura com cobertura de “Brasilite”. As variáveis avaliadas foram teor de umidade, taxa de secagem e avaliação dos defeitos como rachadura e empenamentos. A taxa de secagem para as peças em estufa variou de 12,65 (g/cm²h)10³ até a estabilização em 0,11 (g/cm²h)10³ e taxa média de 1,87 (g/cm²h)10³. Já a taxa de secagem ao ar livre média foi de 0,14 (g/cm²h)10³, teve início em 1,20 (g/cm²h)10³ finalizando em 0,01 (g/cm²h)10³. Nos tratamentos de secagem em estufa e ao ar livre foram observados defeitos como rachaduras na superfície das peças e empenamento, exceto para o encanoamento em que as peças secas no ambiente externo não apresentaram esse defeito. De modo geral, a madeira de *A. glazioviana* mostrou-se pouco suscetível ao surgimento de defeitos, não apresentando peças com colapso ou outros defeitos que inviabilizassem seu uso, portanto, dentro dos padrões de qualidade da norma.

Palavras-chave: Defeitos; Métodos de secagem; Umidade da madeira.

Drying rate and wood quality of *Ateleia glazioviana* Baill.

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate the performance of sawn pieces of *Ateleia glazioviana* wood subjected to free-air and kiln drying, in order to gain knowledge about the use of the species. The study was carried out at the Forest Products Laboratory (LPF) at the Federal University of Santa Maria (UFSM). Specimens of the species' wood were randomly selected and placed in a forced air circulation oven with a temperature of 60 °C and dried in the open air, where the material was placed side by side on a structure with a “Brasilite” cover. The variables evaluated were moisture content, drying rate and assessment of defects such as cracking and warping. The drying rate for the pieces in an oven varied from 12.65 (g/cm²h)10³ to stabilization at 0.11 (g/cm²h)10³ and an average rate of 1.87 (g/cm²h)10³. The average outdoor drying rate was 0.14 (g/cm²h)10³, starting at 1.20 (g/cm²h)10³ and ending at 0.01 (g/cm²h)10³. In the kiln-drying and outdoor-drying treatments, defects such as cracks on the surface of the pieces and warping were observed, except for curling, in which the pieces dried outdoors did not show this defect. In general, the wood of *A. glazioviana* was not very susceptible to defects, and there were no pieces with collapse or other defects that would make it unfeasible to use.

Keywords: Defects; Drying methods; Wood moisture.

Introdução

O Brasil é um grande produtor de madeira serrada, com cerca de 159 mil empresas do setor madeireiro e moveleiro, utilizando matéria-prima proveniente de florestas plantadas, que correspondem a 7,7 milhões de hectares, enquanto que para as florestas nativas têm-se 485,8 milhões de hectares. Entretanto, a produção de madeira para abastecimento do mercado mundial e interno é proveniente 91% de florestas plantadas e apenas 9% de florestas nativas (FRA 2015).

Por outro lado, o país também se destaca como consumidor de madeira serrada. É visto que os setores que mais impulsionam o crescimento de áreas de plantios florestais são a construção civil, moveleiro e celulose (IBÁ 2019). Nesse sentido, tem-se a necessidade de manter atendendo às demandas com o intuito de gerar oportunidades de crescimento e diversificação da matéria-prima para agregação de valor no produto, como por exemplo, os programas de melhoramento genético que têm a finalidade de fazer a seleção de espécies de qualidade para suas diversas finalidades de utilização (Souza et al. 2022).

Entretanto, mesmo que a biodiversidade de espécies florestais com potenciais de utilização nesse setor seja grande, há carência de estudos para colocar esses produtos disponíveis ao mercado. A consequência da utilização limitada em poucas espécies leva à falta de madeira de boa qualidade, o que resulta em aumento dos preços (Trianoski et al. 2014).

A secagem da madeira é uma etapa de grande importância, pois proporciona vantagens, como por exemplo: a melhoria dos aspectos de trabalhabilidade, a utilização desse material para diversas finalidades, a redução da movimentação dimensional e da possibilidade de ataque de fungos (Susin et al. 2014; Batista et al. 2015; Martins et al. 2019). A condução do processo de secagem da madeira é de suma importância para a obtenção de materiais de qualidade, visto que ao longo da perda de umidade das peças pela ação da temperatura, a madeira sofre variações dimensionais podendo surgir defeitos indesejáveis na peça (Almeida et al. 2017).

Durante o processo de secagem, os defeitos que surgem na madeira podem causar prejuízos para quem realiza o processo e, como consequência, a diminuição do uso de determinadas espécies suscetíveis a esses defeitos (Bessa 2018). Conforme Carvalho (2018), a madeira pode apresentar diferentes formas de empenamentos, como exemplo, o encanoamento, torcimento, encurvamento, arqueamento, colapso e rachaduras, que podem surgir no topo ou na superfície das peças.

Devido à necessidade de identificar o potencial de espécies alternativas em substituição às espécies tradicionalmente utilizadas (Costa et al. 2017), madeiras nativas de uso regional podem tornar-se opções mais acessíveis, como é o caso da *Ateleia glazioviana* na região Sul do Brasil. A espécie ocorre principalmente no noroeste do Rio Grande do Sul e

oeste de Santa Catarina, onde se destaca por formar extensos agrupamentos (Carvalho 2003).

Nesse sentido, o objetivo do presente estudo foi avaliar o desempenho de peças serradas de madeira de *Ateleia glazioviana* submetidas à secagem ao ar livre e em estufa, com a finalidade de conhecimento acerca do uso da espécie

Material e Métodos

2.1 Coleta e confecção dos corpos de prova

A presente pesquisa foi realizada no Laboratório de Produtos Florestais (LPF), pertencente ao Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), sendo que foram utilizados indivíduos oriundos de um plantio de *A. glazioviana* (timbó), próximos à área do Jardim Botânico da Universidade. Para isso, foram coletadas três árvores, com diâmetro médio de 32 cm, altura aproximada de 15 m e 25 anos de idade.

O desdobro e a confecção dos corpos de provas (CP's) foram realizados no LPF, utilizando os equipamentos descritos na Figura 1. Ainda, para a confecção do material de ensaio a ser testado, não houve preferência de sentido de corte, portanto, ao final do processo obtiveram peças nos sentidos longitudinal e radial, com dimensões de 64,0 x 10,0 x 2,5 cm, respectivamente, comprimento, largura e espessura.

Figura 1. Fluxograma de equipamentos utilizados na confecção dos corpos de prova.



Fonte: Autores (2025).

2.2 Secagem da madeira

Para o processo de secagem, foram selecionados aleatoriamente 26 CP's da madeira de *A. glazioviana*, os quais foram divididos em dois ambientes: no primeiro o material ficou em estufa de circulação forçada de ar com temperatura constante de 60 °C, sem que houvesse variação ao longo do

processo de secagem, até que os CP's atingissem o teor de umidade médio final de 10%. Já o segundo ambiente foi a secagem ao ar livre, em que o material foi colocado lado a lado sobre uma estrutura de madeira a 0,50 cm de altura do chão, com cobertura de "Brasilete" para evitar incidência de raios solares diretos e chuva. Esse material ficou ao ar livre, expostas às variações de temperatura, velocidade do ar, insolação e outros fatores climáticos até que atingissem o teor de umidade de equilíbrio com o ambiente, em torno de 17%.

2.3 Teor de umidade dos corpos de prova

Antes de iniciar o processo de secagem da madeira, foram confeccionadas amostras controle, a partir de todas as peças de madeira para determinação exata do teor de umidade (TU), conforme a equação 1. Ademais, foi realizada a verificação diária do teor de umidade da madeira por meio de amostras controle, para ambos ambientes testados, secagem em estufa e ao ar livre.

$$TUi = \frac{Pu - Ps}{Ps} \times 100 \quad (1)$$

Em que: Tui: teor de umidade inicial (%); Pu: peso úmido da amostra (g); Ps: peso seco da amostra (g).

O teor de umidade da pilha foi calculado por meio da equação 2 descrita a seguir.

$$TUa = \frac{Pa (TUi + 100)}{Pi} - 100 \quad (2)$$

Em que: TUa: teor de umidade atual (%); Pa: peso atual da amostra (g); Pi: peso úmido da amostra (g); TUi: teor de umidade inicial (%).

E ainda, a determinação da umidade de equilíbrio da madeira foi calculada pela equação de Simpson (1971) com a utilização dos dados climatológicos fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) com estação meteorológica situada em Santa Maria - RS, em funcionamento desde 2001, localizada sob as coordenadas 29,724960° S e 53,720469° O.

Os corpos de prova que estavam ao ar livre permaneceram na pilha até que atingissem o teor médio de umidade equilíbrio para madeira na região central do Rio Grande do Sul, em torno de 17% (Santini 1984). Já na secagem em estufa, foi estabelecido o teor de umidade médio final de 10%.

2.4 Taxa de secagem

A fórmula adotada para a determinação da taxa de secagem de ambos os processos foi a descrita por

Santini (1980), demonstrada na equação 3. As dimensões das peças foram medidas com paquímetro e a massa úmida aferida em balança digital a cada tempo pré-determinado.

$$Ts = \frac{Qae}{Ae \times T} \quad (3)$$

Em que: Ts: taxa de secagem (g/cm²h); Qae: quantidade de água evaporada (g); Ae: área superficial da peça (cm²); T: tempo de secagem decorrido (horas).

2.5 Avaliação dos defeitos

A avaliação dos defeitos nas peças de madeira serrada foi realizada logo após a finalização dos processos de secagem, tanto ao ar livre quanto em estufa. As características medidas foram: comprimento, largura, espessura e ainda, os seguintes defeitos: rachaduras, empenamentos, arqueamento, encurvamento, colapso e presença de nós. Utilizou-se trena e paquímetro e, para os cálculos, as fórmulas descritas abaixo para cada defeito. A base normativa adotada foi a NBR 9487 (ABNT 1986) e a NBR 14806 (ABNT 2002).

A determinação da quantidade de rachaduras foi feita de forma visual e quantificada por meio de medição com paquímetro, conforme a equação 4. Os resultados foram transformados em índice de rachaduras, que relaciona o somatório das medidas das rachaduras pelo comprimento total da peça.

$$IR = \frac{\Sigma R}{C} \times 100 \quad (4)$$

Em que: IR: índice de rachaduras (%); ΣR : soma dos comprimentos das rachaduras em ambos os lados da peça (cm); C: comprimento da peça (cm).

Já para a determinação dos empenamentos, os defeitos analisados foram arqueamento, encurvamento e encanoamento (mm/m), calculados pela razão da flecha do defeito (mm), pelo comprimento da peça (m). Para isso, os corpos de provas foram colocados sob mesa plana, utilizando paquímetro digital e folha milimetrada, assim, resultando em uma maior precisão na medição da flecha do defeito da tábua. Além disso, determinou-se que o lado a ser medido fosse o mais evidente de cada peça.

2.6 Análise dos resultados

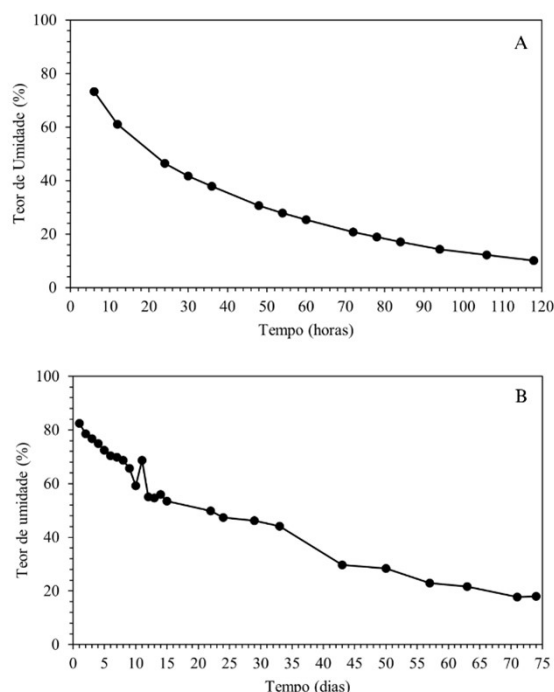
Os resultados obtidos entre os métodos de secagem foram analisados com o auxílio do software SISVAR (Ferreira 2019), utilizando a análise de variância, e nos casos em que a hipótese da nulidade foi rejeitada, aplicou-se o teste de Tukey (5% de probabilidade de erro) para a diferenciação das médias.

Ademais, para a avaliação da qualidade das peças de madeira, adotou-se parâmetros da norma NBR 14806 (ABNT 2002), onde para todas as classes de qualidade, o encanoamento é permitido desde que a espessura da peça, após aplainamento, não difira mais do que 4% da espessura nominal correspondente para a primeira e segunda classes, 6% para a terceira classe e 8% para a quarta classe e sem limites para as seguintes classes.

Resultados e discussão

A Figura 2 ilustra as curvas de secagem das peças de madeiras de *Ateleia glazioviana* secas em: a) estufa com circulação forçada e b) ao ar livre. Para o primeiro caso, o material ficou em estufa com temperatura constante de 60 °C e iniciou-se o processo de secagem com teor de umidade de 86% e necessitaram de 118 horas para atingir o teor médio de umidade requerido, estipulado em 10%. Já no segundo caso, o método de secagem ao ar livre foi realizado ao longo dos meses de junho, julho e agosto, tendo TU inicial de 84% para atingir o teor de umidade médio final de 17,6% e foram necessários 74 dias. Este valor de TU de equilíbrio, baseia-se pelo trabalho descrito por Susin et al. (2014) para a cidade de Santa Maria – RS.

Figura 2. Curvas de secagem das madeiras de *Ateleia glazioviana* em estufa (A) e ao ar livre (B).



Como observado nos resultados anterior, a curva de teor de umidade para a secagem em ambiente controlado apresentou uma perda de umidade mais constante, esta característica se dá pelo fato de ter maior controle das condições internas da estufa, como a temperatura e circulação do ar. Os resultados obtidos e a curva de secagem do teor de

umidade inicial estão semelhantes aos observados por Rezende et al. (2015) para a secagem em estufa convencional com vaporização, utilizando a espécie de *Eucalyptus grandis*.

Ainda, em relação a secagem ao ar livre, Zen et al. (2019) utilizando madeira de eucalipto conseguiram atingir o TU final com 65 dias de análise. Resultado semelhante foram observados por Duarte et al. (2015), que durante o período de 63 dias de secagem ao ar livre e madeiras com teor de umidade inicial de 54%, conseguiram que ao final atingissem 15,5%, na cidade de Frederico Westphalen – RS.

Conforme observado nas Tabela 1 e 2, houve uma perda de umidade de aproximadamente 30% nas peças de madeira ao ar livre nos primeiros 15 dias de secagem (360 h), o qual em 41 dias alcançou o ponto de saturação das fibras (984 h), e assim, em 70 dias apresentou a estabilização do peso de teor de umidade.

Tabela 1. Teor de umidade e taxa de secagem no processo de secagem em estufa.

ESTUFA		
Horas	TU	TS
6	73,30	12,65
12	61,07	5,86
24	46,38	3,61
30	41,62	0,94
36	37,80	0,63
48	30,63	0,89
54	27,87	0,31
60	25,32	0,25
72	20,73	0,38
78	18,84	0,15
84	17,05	0,13
94	14,34	0,17
106	12,18	0,12
118	10,03	0,11

Legenda: TU: teor de umidade (%). TS: taxa de secagem ($\text{g}/\text{cm}^2\text{h}$) 10^3 .

Tabela 2. Teor de umidade e taxa de secagem no processo de secagem ao ar livre.

AR LIVRE		
Horas	TU	TS
24	82,44	1,20
48	78,56	0,45
72	76,76	0,14
96	74,89	0,11
120	72,38	0,12

144	70,30	0,08
168	69,79	0,02
192	68,68	0,01
216	65,74	0,08
240	59,13	0,16
264	68,68	0,07
288	55,08	0,02
312	54,57	0,01
336	55,94	0,02
360	53,49	0,04
528	49,80	0,04
576	47,34	0,03
696	46,19	0,01
792	44,11	0,02
1032	29,67	0,08
1200	28,40	0,79
1368	22,95	0,06
1512	21,58	0,01
1704	17,78	0,01
1776	17,92	0,00
-	-	-
-	-	-
-	-	-

Legenda: TU: teor de umidade (%). TS: taxa de secagem ($\text{g}/\text{cm}^2\text{h}$) 10^3 .

A taxa de secagem para as peças em estufa variou de $12,65 (\text{g}/\text{cm}^2\text{h})10^3$ nas primeiras 6 horas observadas, até a estabilização em $0,11 (\text{g}/\text{cm}^2\text{h})10^3$ e taxa média de $1,87 (\text{g}/\text{cm}^2\text{h})10^3$. Já a taxa de secagem ao ar livre média foi de $0,14 (\text{g}/\text{cm}^2\text{h})10^3$, teve início em $1,20 (\text{g}/\text{cm}^2\text{h})10^3$ finalizando em $0,01 (\text{g}/\text{cm}^2\text{h})10^3$.

Em estudo semelhante com a madeira de *Hovenia dulcis*, Talgatti et al. (2016) encontraram taxa de secagem de $4,88 (\text{g}/\text{cm}^2\text{h})10^3$ para o tratamento de secagem em estufa com circulação de ar e controle de temperatura (75°C). Ademais Rosso (2006), obteve resultados em duas estações do ano, sendo no verão os valores referentes a taxa de secagem média para a madeira de *Eucalyptus grandis* foi de $2,1 (\text{g}/\text{cm}^2\text{h})10^3$ para a secagem ao ar livre e para taxa de secagem convencional foi de $2,8 (\text{g}/\text{cm}^2\text{h})10^3$. No inverno, a taxa de secagem apresentou $0,9 (\text{g}/\text{cm}^2\text{h})10^3$ na secagem ao ar livre e para a secagem convencional foi de $4,0 (\text{g}/\text{cm}^2\text{h})10^3$.

De acordo com a Tabela 3, nos tratamentos de secagem em estufa e ao ar livre foram observados

defeitos como rachaduras na superfície das peças e empenamento, exceto para o encanoamento em que as peças secas no ambiente externo não apresentaram esse defeito.

Tabela 3. Defeitos nas peças de madeira resultantes dos processos de secagem.

DEFEITO	ESTUFA (mm/m)	AR LIVRE (mm/m)
Arqueamento	5,05 a	5,23 a
Encurvamento	4,03 a	4,75 a
Encanoamento	1,33	-
Torcimento	6,64 b	3,91 a
Rachaduras	75,03 a	128,63 b

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Conforme os dados obtidos acima, para o tratamento da secagem ao ar livre não houve diferença significativa em comparação com a secagem em estufa nos defeitos encontrados, com exceção para o torcimento e rachadura que se diferiram estatisticamente. A maior média encontrada para peças de secagem ao ar livre pode estar relacionado com a ausência de controle de temperatura, em comparação com a secagem em estufa.

A ocorrência de rachaduras pode estar relacionada às contrações radiais e tangenciais, além das diferenças de umidade no interior da madeira. Elas ocorrem quando a tensão de tração na superfície é maior que a resistência mecânica do material, levando ao surgimento de rachaduras na superfície, no sentido longitudinal. Ademais, podem ocorrer rachaduras no sentido radial quando a taxa de movimentação de umidade é maior no sentido das fibras do que no sentido transversal, fazendo com que o topo da peça seque mais rapidamente (Jankowsky e Galina, 2013).

Susin et al. (2014) relataram que a presença do defeito de encanoamento após o processo de secagem em estufa controlada pode ser explicada tanto pela secagem mais rápida em uma das faces quanto por uma face se contrair mais que a outra, mesmo com secagem uniforme, devido ao sentido de corte da peça, seja radial ou tangencial. No presente estudo, o defeito de encanoamento ocorreu apenas na secagem em estufa, o que pode estar relacionado às características específicas da evaporação da água, que não ocorreu de maneira uniforme pelas superfícies da madeira, devido ao fato de as peças estarem posicionadas diretamente sob as bandejas de metal, causando acúmulo de umidade nas áreas de contato.

A qualidade da secagem da madeira está relacionada com a diminuição do ataque de organismos xilófagos, assim como propicia a melhoria na sua trabalhabilidade (Batista et al. 2013), aumenta a resistência e estabilidade dimensional. Ademais,

a secagem da madeira de forma adequada contribui para o aumento da qualidade do produto final, atendendo assim aos padrões exigidos pela indústria (Crisóstomo et al. 2016).

É importante destacar que a qualidade da secagem tem uma relação direta com as propriedades físicas e as características anatômicas da madeira. Espécies madeireiras com densidades de média a alta apresentam maior quantidade de massa por unidade de volume, que pode reduzir a permeabilidade de água e a sua movimentação durante a secagem (Zanuncio et al. 2016).

Conclusões

A secagem em estufa controlada para a espécie *Ateleia glazioviana* apresentou valores satisfatórios de taxa de secagem (118 horas), em que nas primeiras 24 horas foi observada a maior perda de umidade, sendo considerado o período crítico para o surgimento de defeitos na madeira.

Para a secagem ao ar livre, o teor de umidade de equilíbrio foi atingido em 74 dias, sendo considerada uma espécie de fácil secagem. Recomenda-se que a secagem dessa espécie ao ar livre seja realizada em períodos com menor incidência de chuva, para que ocorra de forma gradual, ou que sejam aplicadas estratégias de pré-secagem. Além disso, as variações climáticas do período influenciaram diretamente na taxa de secagem e podem ter contribuído para o surgimento de defeitos nas peças.

De modo geral, a madeira de *Ateleia glazioviana* mostrou-se pouco suscetível ao surgimento de defeitos, não apresentando peças com colapso ou outros defeitos que inviabilizassem seu uso, portanto, dentro dos padrões de qualidade da norma.

Referências

- Almeida BC, Tomaselli I, Klitzke RJ (2017) Avaliação da secagem artificial de madeiras em três polos madeireiros do Mato Grosso. *Revista Espacios*, 38(28):23-35.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas (1986) *NBR 9487: Classificação de madeira serrada de folhosas*. Rio de Janeiro, 32 p.
- ABNT. Associação brasileira de normas técnicas (2002) *NBR 14806: Madeira serrada de eucalipto – Requisitos*. Rio de Janeiro, 11 p.
- Batista DC, Klitzke RJ, Rocha, MP (2013) Qualidade da secagem convencional conjunta da madeira de clones de três espécies de *Eucalyptus* ssp. *Ciência Florestal*, 3(25): 711-719. doi: <https://doi.org/10.5902/1980509819621>.
- Batista DC, Klitzke RJ, Pereira da Rocha M (2015). Qualidade da secagem convencional conjunta da madeira de clones de três espécies de *Eucalyptus* sp. *Ciência Florestal*, 25(3): 711-719. doi: <https://doi.org/10.5902/1980509819621>.
- Bessa MAS (2018) *Dimensionamento de estruturas de madeira tropical utilizando densidade básica – madeira seca*. Tese, Universidade de Brasília. 184p.
- Carvalho PER (2003) *Espécies Arbóreas Brasileiras*. Colombo: Embrapa Florestas. 1039p.
- Carvalho AS (2018) *Resíduos de espécies madeireiras de manejo florestal para produção de móveis*. Dissertação, Universidade Federal do Amazonas. 60p.
- Costa LJ, Lopes CB, Reis MFC, Cândido WL, Faria BFH, Paula MO (2017) Caracterização anatômica e descrição físico-química e mecânica da madeira de *Mimosa schomburgkii*. *Floresta*, 47(4): 383-390. doi: <https://doi.org/10.5380/rf.v47i4.54471>.
- Crisóstomo, MC, Gouveia, FN, Costa, AF (2016) Relação entre o teor de umidade e a constante dielétrica de espécies de madeira da Amazônia durante o processo de secagem. *Revista Árvore*, 40(1): 181-187. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-67622016000100020>
- Duarte MM, Trevisan R, Susin F, Zen LR, Valerius J (2015) Drying curve and defects of *Eucalyptus* sp. wooden submitted to air drying. *Spanish Journal of Rural Development*, 5(3):161-170. doi: <https://doi.org/10.5261/2015.gen3.14>.
- Ferreira DF (2019) SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Revista Brasileira de Biometria* 37(4):529-535. doi: <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>.
- FRA. Global Forest Resources Assessment (2015) *Como estão mudando as florestas do mundo?* Roma: FRA. 54p. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i4793e.pdf>>. Acesso em: 11 abr. 2024.
- IBÁ. Indústria Brasileira de Árvores (2019) *Relatório Anual 2019*. Brasília: IBÁ. 80p.
- Jankowsky IP, Galina ICM (2013) *Secagem de madeiras*. Curso Técnico. Associação Nacional dos Produtores de Pisos de Madeira.
- Martins VA, Marques MHB, Gouveia FN (2019) Programa de secagem para a madeira de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). *Ciência Florestal*, 29(3): 1469-1477. doi: <https://doi.org/10.5902/1980509825221>.
- Rezende RN, Lima JT, Paula LER, Silva JRM (2015) Efeito da vaporização na secagem de tábuas de *Eucalyptus grandis*. *Cerne*, 21(1): 37-43. doi: <https://doi.org/10.1590/01047760201521011546>.
- Rosso S (2006) *Qualidade da madeira de três espécies de Eucalyptus resultante da combinação dos métodos de secagem ao ar livre e convencional*. Dissertação, Universidade Federal de Santa Maria. 91p.
- Santini EJ (1980) *Influência de temperatura na taxa de secagem e contração da madeira de Pinus elliottii proveniente de plantios de rápido crescimento*. FUFPEF. Série Técnica, 5. 15p.

Santini EJ (1984) Umidade de equilíbrio da madeira para algumas cidades do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 5. Nova Prata, RS, *Anais...* p. 828-840.

Susin F, Santini EJ, Stangerlin DM, Morais WWC, Melo RR (2014) Taxa de secagem e qualidade da madeira serrada de *Hovenia dulcis* submetida a dois métodos de secagem. *Floresta e Ambiente*, 21(2):243-250. doi: <http://dx.doi.org/10.4322/foram.2014.016>.

Talgatti M, Baldin T, Santini EJ, Menezes WM, Susin F, Vidraro BRA (2016) Tratamentos térmicos e secagem da madeira serrada de uva-do-Japão. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 11(3):224-229. doi: <https://doi.org/10.5039/agraria.v11i3a5375>.

Trianoski R, Matos JLM, Iwakiri S, Prata JG (2014) Evaluation of mechanical properties of the wood of tropical pines species. *Scientia Forestalis*, 42(101): 21-28.

Zen LR, Monteiro TC, Schaeffer W, Kaminski JM, Klitzke RJ (2019) Secagem ao ar livre da madeira serrada de eucalipto. *Journal of Biotechnology and Biodiversity*, 7(2):291-298. doi: <https://doi.org/10.20873/jbb.uft.cemaf.v7n2.zen>.

Simpson WT (1971) Equilibrium moisture content prediction of wood. *Forest Products Journal*, 21(5):48-49.

Souza CO, Arantes MDC, Pinto JA, Silva JGM, Carneiro MF, Lima ACB, Passos RR (2022) Quality of african mahogany and eucalypts wood residues for briquetting. *Ciência Florestal*, 32(2):637-652. doi: <https://doi.org/10.5902/1980509843299>.

Zanuncio AJV, Carvalho AG, Damásio RAP, Oliveira B da S, Carneiro A de CO, Colodette JL (2016) Relationship between the anatomy and drying in *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* wood, *Revista Árvore*, 40(4): 723-729. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-67622016000400016>.