



## Estabilidade dimensional e dureza Rockwell da madeira de *Parkia pendula* modificada quimicamente por acetilação

Andressa Thaís Porazzi BORTOLINI <sup>1</sup>, Elisangela PARIZ <sup>1</sup>, Diego Martins STANGERLIN <sup>\*2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, MT, Brasil.

<sup>2</sup> Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.

\*E-mail: [diego.stangerlin@unb.br](mailto:diego.stangerlin@unb.br)

Submetido: 21/09/2025; Aceito: 15/12/2025; Publicado: 31/12/2025.

**RESUMO:** A acetilação é uma técnica de modificação química aplicada à madeira, com o propósito de aprimorar suas propriedades de estabilidade dimensional e de resistência mecânica e biológica, agregando maior valor ao material. Neste estudo, foram analisadas as alterações tecnológicas promovidas por esse tratamento na madeira de *Parkia pendula* (Willd.) Benth. Ex Walp. (angelim-saia). Para tanto, amostras de madeira, com dimensões de 2 x 2 x 1 cm, foram imersas em anidrido acético por 3 e 6 horas, com temperatura constante de 80 °C. A eficiência da modificação química por acetilação foi determinada ao serem avaliadas as seguintes propriedades: ganho de massa, massas específicas básica e aparente, absorção em água, inchamento volumétrico e dureza Rockwell. Os resultados demonstraram que o tempo de exposição influenciou diretamente o ganho de massa, o qual foi mais pronunciado após 6 horas de tratamento. Em contraste, a massa específica da madeira não apresentou variação significativa entre os tempos avaliados. No que diz respeito à absorção de água e ao inchamento volumétrico, o tratamento de maior duração também se mostrou mais eficiente. A dureza superficial, avaliada pelo teste Rockwell (escala L), foi superior nas amostras acetiladas, indicando aumento da resistência mecânica. Nesse sentido, o processo de acetilação melhorou a qualidade da madeira de *Parkia pendula* (angelim-saia).

**Palavras-chave:** propriedades físicas; resistência mecânica; madeira tropical; tratamento da madeira; qualidade da madeira.

## Dimensional stability and Rockwell hardness of *Parkia pendula* wood chemically modified by acetylation

**ABSTRACT:** Acetylation is a chemical modification technique applied to wood to improve its dimensional stability, mechanical strength, and biological resistance, adding greater value to the material. This study analyzed the technological changes this treatment promoted in *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp. (angelim-saia) wood. Wood samples, measuring 2 x 2 x 1 cm, were immersed in acetic anhydride for 3 and 6 hours at a constant temperature of 80 °C. The efficiency of the chemical modification by acetylation was determined by evaluating the following properties: mass gain, basic and apparent density, water absorption, volumetric swelling, and Rockwell hardness. The results demonstrated that the exposure time directly influenced the mass gain, being more pronounced after 6 hours of treatment. In contrast, the wood density did not vary significantly between the evaluated times. In relation to water absorption and volumetric swelling, the longer treatment duration also proved more efficient. Surface hardness, assessed by the Rockwell test (L scale), was higher in the acetylated samples, indicating increased mechanical strength. The acetylation process improved the wood quality of *Parkia pendula* (angelim-saia).

**Keywords:** physical properties; mechanical strength; tropical wood; wood treatment; wood quality.

### 1. INTRODUÇÃO

Apesar da ampla diversidade de espécies madeireiras com potencial de exploração na região amazônica, o setor madeireiro limita-se a comercializar apenas uma pequena parte dessas madeiras tropicais, conforme planos de manejo florestal sustentáveis. Essa seletividade na exploração florestal está relacionada à busca por madeiras atrativas ao mercado, com alta estabilidade dimensional, resistência mecânica e elevada durabilidade natural, destacando-se as empregáveis em decks, pergolados, esquadrias, painéis ripados, pisos e outros.

Com o intuito de melhorar as propriedades tecnológicas de madeiras menos utilizadas e agregar valor ao produto serrado, estudos de modificação química da madeira têm sido desenvolvidos para ampliar os usos dessas matérias-primas na indústria (ROWELL, 2012). A modificação química tem-se mostrado uma alternativa eficaz no processamento da madeira, ocorrendo por meio da formação de ligações covalentes entre o reagente empregado e os compostos químicos presentes na parede celular do material, com destaque para o uso da acetilação da madeira (ROWELL,

2012; DIGAITIS et al., 2021; BAUFLEUR et al., 2022; SANDAK et al., 2024).

A acetilação é um tratamento desenvolvido comercialmente, no qual o anidrido acético forma ligações éster com os grupos hidroxila dos polímeros da parede celular da madeira (CHUNG et al., 2018; QUINTANA et al., 2018; WOJEICCHOWSKI et al., 2018; ROWELL, 2020).

De acordo com Quintana et al. (2018), os grupos acetil, do anidrido acético, reagem com os grupos hidroxila presentes nos compostos químicos da parede celular, especialmente nas polioses, formando grupos acetatos. Os grupos acetatos são responsáveis por tornar a superfície da madeira mais hidrofóbica, corroborando o aumento da estabilidade dimensional da madeira e melhorando a resistência à biodeterioração (BRELID et al., 2000; MANTANIS et al., 2020) e mecânica (GUO et al., 2022; BAUFLEUR et al., 2022).

A produção comercial global de madeira acetilada é de 120.000 m<sup>3</sup>/ano, concentrada em *Pinus radiata* (JONES; SANDBERG, 2020). Em complemento, destaca-se que a madeira acetilada tem sido comercializada com finalidades em que a mesma esteja sujeita às intempéries (uso externo), tendo em vista a necessidade de madeiras com alta estabilidade dimensional e resistência mecânica e biológica para empregabilidade nessas condições. Gomes et al. (2006), Figueiredo et al. (2019) e Baufleur et al. (2022) destacaram que, no Brasil, o processo ainda não apresenta escala comercial, estando restrito a pesquisas laboratoriais. Porém, o mesmo se configura como uma alternativa aos tratamentos preservativos tradicionais (ADEBAWO et al., 2020; MANTANIS et al., 2020), como no caso da aplicação do CCA (arseniato de cobre cromatado), que tem suscitado questionamentos quanto à sua segurança de uso na madeira, em especial devido ao potencial tóxico e cancerígeno para o homem.

Carvalho (2006) destacou que *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp é uma espécie florestal nativa com ampla ocorrência natural na região amazônica (região Norte e estado de Mato Grosso) e na Mata Atlântica (região Nordeste e estado do Espírito Santo). O mesmo autor mencionou que, em idade adulta, a árvore pode apresentar tronco com 25 m de altura e diâmetro à altura do peito de 30 cm, tornando-a adequada para a produção de múltiplos produtos serrados. No entanto, Silva et al. (2023) ressaltaram que a madeira de *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp (angelim-saia) caracteriza-se por apresentar baixa densidade (0,46 g cm<sup>-3</sup>) e baixa quantidade de extrativos (4,31 %), o que a torna inadequada para aplicação em situações de exposição às intempéries e instável dimensionalmente. Além disso, Batista et al. (2022) destacaram que a madeira de angelim-saia apresenta baixa dureza Rockwell (valores próximos a 45 HRL), bem como é suscetível ao ataque de organismos xilófagos quando utilizada em contato com o solo.

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a estabilidade dimensional e a dureza Rockwell (escala L) da madeira acetilada de *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp (angelim-saia). De modo a possibilitar a melhoria das propriedades tecnológicas da madeira e, conseqüentemente, ampliar sua empregabilidade.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Neste trabalho, foram utilizadas amostras de madeira de *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp (angelim-saia), as quais foram obtidas a partir do desdobro de toras mecanicamente

processadas em uma serraria localizada no município de Feliz Natal, Mato Grosso, Brasil. Foram confeccionadas 60 amostras de madeira de angelim-saia com dimensões nominais de 2 x 2 x 1 cm, sendo a menor dimensão no sentido axial. As dimensões foram adotadas considerando a necessidade de realizar ensaios com amostras reduzidas, a fim de minimizar a quantidade de anidrido acético empregada nos tratamentos de acetilação. Além disso, estudos de Figueiredo et al. (2019) e Baufleur et al. (2022) demonstraram a viabilidade do tratamento de acetilação com amostras de dimensões semelhantes.

As amostras de angelim-saia foram acondicionadas em estufa de circulação forçada de ar, a 60 °C (± 5 °C), até que apresentassem massa anidra. Ao final da secagem, as amostras foram pesadas em balança analítica e suas dimensões (radial, tangencial e longitudinal) foram mensuradas com o auxílio de um paquímetro digital. Posteriormente, as amostras foram divididas em três grupos, com 20 amostras por grupo: amostras testemunhas (que não seriam submetidas à acetilação); amostras a serem submetidas à acetilação por 3 horas; e amostras a serem submetidas à acetilação por 6 horas.

Para o tratamento de acetilação utilizou-se a metodologia adaptada de Gomes et al. (2006). As amostras de angelim-saia foram imersas em um béquer contendo, aproximadamente 1 L de anidrido acético, sendo o mesmo aquecido, por meio de banho-maria, em temperatura constante de 80 °C.

As amostras foram mantidas imersas em anidrido acético durante dois períodos distintos, sendo esses de 3 e 6 h, posteriormente, foram retiradas do béquer e submetidas à lavagem em etanol, visando à remoção do excesso do reagente de acetilação. Na sequência, as amostras foram submetidas novamente à secagem em estufa de circulação forçada de ar a 60 °C (± 5 °C) até a obtenção da massa tratada anidra, determinada por meio de pesagem em balança analítica, e também foram mensuradas as dimensões (radial, tangencial e longitudinal) do material tratado, com auxílio de paquímetro digital.

A partir da relação entre as massas anidras antes e após o tratamento de acetilação, determinou-se o ganho de massa (Equação 1).

$$GM (\%) = \frac{Ma - Mat}{Mat} * 100 \quad (01)$$

em que: GM – Ganho de massa (%); Ma – massa da madeira acetilada (g); Mat – massa da madeira antes do tratamento de acetilação após o tratamento (g).

Para a determinação das propriedades físicas, 10 amostras acetiladas, de cada tratamento, e 10 amostras testemunhas foram imersas em recipientes com água e mantidas nessas condições durante os seguintes intervalos de tempo: 2, 24 e 720 h (até saturação total). Nesses diferentes intervalos de tempo, foram determinadas as taxas de absorção em água e de inchamento volumétrico, de acordo com a Norma Brasileira Regulamentadora - NBR 7190 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, 1997). A partir dos dados obtidos na condição de saturação total, foram determinados os índices de efetividade de repelência (ERA) e a eficiência anti-inchamento em água (EAI), conforme as Equações 2 e 3.

$$ERA (\%) = \frac{t1 - t2}{t1} * 100 \quad (02)$$

$$EAI (\%) = \frac{I_2 - I_1}{I_2} * 100 \quad (03)$$

em que: ERA – Efetividade de repelência à água (%);  $t_1$  – taxa de absorção em água das madeiras não acetiladas (%);  $t_2$  – taxa de absorção em água das madeiras acetiladas (%); EAI – eficiência anti-inchamento (%);  $I_1$  – coeficiente de inchamento volumétrico das madeiras acetiladas (%);  $I_2$  – coeficiente de inchamento volumétrico das madeiras não acetiladas (%).

Em complemento, foram determinadas as massas específicas básica e aparente na condição anidra, por meio das Equações 4 e 5.

$$MEb = \frac{Ms}{Vv} \quad (04)$$

$$MEap = \frac{Map}{Vap} \quad (05)$$

em que: MEb – massa específica básica ( $g \cdot cm^{-3}$ ); Ms – massa seca (g); Vv – volume verde ( $cm^3$ ); MEap – massa específica aparente ( $g \cdot cm^{-3}$ ); Map – massa aparente à condição anidra (g); Vap – volume aparente à condição anidra ( $cm^3$ ).

A resistência mecânica foi avaliada por meio do teste de dureza Rockwell (escala L), um ensaio superficial, conforme as recomendações de Stangerlin et al. (2013). Para tanto, foram avaliadas 10 amostras de cada tratamento e de testemunha, com auxílio de um durômetro de bancada dotado de penetrador esférico, com diâmetro de 0,25 polegadas. A aplicação da carga de ensaio foi realizada em duas etapas: primeiro, uma pré-carga de 10 kgf e, em seguida, a carga final de 60 kgf. Foram realizadas 2 medições em cada amostra (1 em cada face) e as leituras da resistência à dureza foram obtidas diretamente no mostrador.

Para a análise dos dados, primeiramente, avaliaram-se a normalidade e a homogeneidade. Posteriormente, realizou-se a análise de variância, com comparação de médias pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

### 3. RESULTADOS

Na Tabela 1, verifica-se que o tempo de acetilação influenciou significativamente o ganho de massa, com valores maiores no tratamento de 6 h. Em complemento, as massas específica básica e aparente à condição anidra não diferiram entre os diferentes tratamentos.

Tabela 1. Percentuais de ganho de massa e de densidade da madeira de angelim-saia submetida aos tratamentos de acetilação.  
Table 1. Weight percentage gain and density of angelim-saia wood subjected to acetylation treatments.

T	GM (%)	MEb ( $g/cm^3$ )	MEap ( $g/cm^3$ )
Te	-	0,54 a (0,04)	0,64 a (0,03)
Ac3	4,10 b (0,34)	0,55 a (0,03)	0,63 a (0,04)
Ac6	7,83 a (0,56)	0,56 a (0,02)	0,62 a (0,02)

em que: T – tratamentos; Te – testemunha; Ac3 – tratamento de acetilação durante 3 h; Ac6 – tratamento de acetilação durante 6 h; GM – ganho de massa; MEb – massa específica básica; MEap – massa específica aparente à 0 % de umidade. Valores seguidos pela mesma letra na vertical não se diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Valores entre parênteses representam o desvio padrão.

As taxas de absorção e de inchamento volumétrico em água apresentaram redução de seus valores com o emprego da acetilação, sendo os melhores resultados observados para

as madeiras acetiladas por 6 h (Tabelas 2 e 3). Adicionalmente, a efetividade de repelência e a eficiência anti-inchamento em água melhoraram com a aplicação dos tratamentos de acetilação, tornando a madeira de angelim-saia mais estável dimensionalmente.

O tratamento de acetilação de 6 h proporcionou aumento na resistência mecânica da madeira, diferindo estatisticamente das amostras não acetiladas e das tratadas por menor período (Tabela 4). Esse resultado indica que o maior tempo de tratamento por acetilação influenciou a melhora da dureza Rockwell.

Tabela 2. Taxa de absorção em água da madeira de angelim-saia submetida a tratamentos de acetilação.  
Table 2. Percentage of absorption in water angelim-saia wood subjected to acetylation treatments.

T	Tx 2 h (%)	Tx 24 h (%)	Tx sat (%)	ERA (%)
Te	24,65 a (3,05)	60,91 a (3,94)	112,04 a (11,20)	-
Ac3	18,87 b (2,45)	52,04 b (3,14)	104,89 ab (9,32)	6,38
Ac6	15,50 c (1,53)	42,41 c (1,99)	98,01 b (4,77)	12,52

em que: T – tratamentos; Te – testemunha; Ac3 – tratamento de acetilação durante 3 h; Ac6 – tratamento de acetilação durante 6 h; Tx 2 h – taxa de absorção em água durante 2h; Tx 24 h – taxa de absorção em água durante 24 h; Tx sat – taxa de absorção em água até saturação total; ERA – efetividade de repelência à água; Valores seguidos pela mesma letra na vertical não se diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Valores entre parênteses representam o desvio padrão.

Tabela 3. Inchamento volumétrico em água da madeira de angelim-saia submetida à acetilação.  
Table 3. Volumetric swelling in water of angelim-saia wood subjected to acetylation treatments.

T	Iv 2 h (%)	Iv 24 h (%)	Iv sat (%)	EAI (%)
Te	12,37 a (1,21)	16,47 a (1,08)	16,81 a (0,91)	-
Ac3	7,98 b (1,14)	12,15 b (1,20)	13,09 b (1,25)	22,13
Ac6	5,73 c (1,46)	8,47% c (1,02)	9,67 c (1,04)	42,47

em que: T – tratamentos; Te – testemunha; Ac3 – tratamento de acetilação durante 3 h; Ac6 – tratamento de acetilação durante 6 h; Iv 2 h – inchamento volumétrico em água durante 2h; Iv 24 h – inchamento volumétrico em água durante 24 h; Iv sat – inchamento volumétrico em água até saturação total; EAI – eficiência de anti-inchamento; Valores seguidos pela mesma letra na vertical não se diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Valores entre parênteses representam o desvio padrão.

Tabela 4. Dureza Rockwell da madeira de angelim-saia submetida aos tratamentos de acetilação.  
Table 4. Rockwell hardness of angelim-saia wood subjected to acetylation treatments.

Tratamentos	Dureza Rockwell (escala L)
Te	58,89 (11,24) b
Ac3	63,42 (13,80) b
Ac6	71,20 (3,50) a

em que: Te – testemunha; Ac3 – tratamento de acetilação por 3 h; Ac6 – tratamento de acetilação por 6 h. Valores seguidos pela mesma letra na vertical não se diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Valores entre parênteses representam o desvio padrão das amostras.

#### 4. DISCUSSÃO

Os ganhos de massa dos tratamentos de acetilação, após 3 e 6 h, estão dentro da faixa de variação observada por outros autores, de 2,2 a 25,7% (ADEBAWO et al., 2020; BAUFLEUR et al., 2022; GUO et al., 2022; MOYA et al., 2022). De acordo com Hill (2006) e Rowell (2012), o percentual de ganho de massa durante o processo de acetilação está diretamente relacionado a parâmetros do processo (tempo de duração, temperatura de aquecimento e uso de catalisador) e a características intrínsecas da madeira (densidade, porosidade, umidade, espessura e propriedades químicas).

A massa específica das madeiras acetiladas não diferiu estatisticamente das madeiras testemunhas, o que é similar ao verificado por Moya et al. (2022) ao avaliar diferentes tempos de acetilação para as madeiras de *Cedrela odorata*, *Enterolobium cyclocarpum* e *Vochysia ferruginea*. Nesse sentido, a acetilação não teve efeito sobre a massa específica, ou seja, a quantidade de massa incorporada é pequena e as variações volumétricas pós-tratamento também são mínimas, o que impede mudanças significativas na referida propriedade, conforme também observado por Figueiredo et al. (2019).

A melhoria da estabilidade dimensional da madeira acetilada de *Parkia pendula* (angelim-saia), a partir da redução das taxas de absorção e inchamento volumétrico em água, pode ser justificada pela presença de grupos acetatos nos polímeros da parede celular, os quais são mais hidrofóbicos em comparação aos grupos hidroxílicos (GOMES et al., 2006; QUINTANA et al., 2018; CÉRMAK et al., 2020). Esse aumento da estabilidade dimensional da madeira acetilada também foi observado em outros estudos (ADEBAWO, 2016; BAUFLEUR et al., 2022; MOYA et al., 2022).

A presença e a quantidade de grupos hidroxílicos, capazes de formar ligações de hidrogênio com moléculas de água, são responsáveis pela higroscopicidade da madeira, sendo mais frequentes nas polioses, seguidas da celulose e da lignina (ENGELUND et al., 2013). Nesse sentido, a madeira acetilada apresenta redução dos sítios ativos para a ligação de moléculas de água, devido à substituição por grupos acetatos, o que reduz a capacidade de absorção de água pela madeira acetilada (ROWELL, 2012).

Em relação à resistência mecânica, deve-se destacar que a acetilação proporcionou um aumento na dureza Rockwell das madeiras de *Parkia pendula* (angelim-saia). Outros estudos também apresentaram resultados semelhantes (PAPADOPOULOS; TOUNTZIARAKIS, 2011; FIGUEIREDO et al., 2019; BAUFLEUR et al., 2022; GUO et al., 2022).

Apesar da estreita relação entre a massa específica e a resistência mecânica da madeira, é importante ressaltar que a massa específica não diferiu estatisticamente entre os tratamentos; porém, a dureza Rockwell foi superior estatisticamente, especialmente na madeira tratada por 6 h.

Dentre os fatores que influenciaram o aumento da resistência mecânica da madeira acetilada, podem-se citar o ganho de massa e o tempo de tratamento, o que ocasiona o preenchimento parcial da microestrutura da madeira (FIGUEIREDO et al., 2019; GUO et al., 2022).

#### 5. CONCLUSÕES

O processo de acetilação melhora a estabilidade dimensional e a dureza Rockwell da madeira de *Parkia pendula* (angelim-saia). Entre os tempos de acetilação, o de 6 h apresenta as melhores propriedades para a madeira avaliada.

#### 6. REFERÊNCIAS

- ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190**: Projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro: ABNT, 2022. 107p.
- ADEBAWO, F. G.; NAITHANI, V.; SADEGHIFAR, H.; TILOTTA, D.; LUCIA, L. A.; JAMEEL, H.; OGUNSANWO, O. Y. Morphological and interfacial properties of chemically-modified tropical hardwood. **RSC Advances**, v. 8, p. 6571-6576, 2016. <https://doi.org/10.1039/C5RA19409A>
- ADEBAWO F. G.; OGUNSANWO, O. Y.; OLAJUYIGBE, S. O. Decay resistance of the acetylated tropical hardwood species. **Journal of Forest and Environmental Science**, v. 36, n. 3, p. 225-232, 2020. <https://doi.org/10.7747/JFES.2020.36.3.225>
- BATISTA, L.; STANGERLIN, D. M.; MELO, R. R.; SOUZA, A. P.; SILVA, E. S.; PARIZ, E. Resistência mecânica e composição química de madeiras amazônicas deterioradas em ensaios de campo. **Madera y Bosques**, v. 27, n. 1, p. 1-10, 2021. <https://doi.org/10.21829/myb.2021.2712079>
- BAUFLEUR, A. M. Y.; STANGERLIN, D. M.; FERREIRA, M. R.; PARIZ, E.; RODOLFO JUNIOR, F.; PAULA, E. A. O.; MELO, R. R. Effect of acetylation on technological characteristics of Jacaranda copaia wood: Part 1 – Physical and mechanical properties. **Nativa**, v. 10, n. 2, p. 277-282, 2024. <https://doi.org/10.31413/nativa.v10i2.13665>
- BRELID, P. L.; SIMONSON, R.; BERGMAN, O.; NILSSON, T. Resistance of acetylated wood to biological degradation. **Holz als Roh- und Werkstoff**, v. 58, n. 5, p. 331-337, 2000. <https://doi.org/10.1007/s001070050439>
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa. 2006, v.2, 627p.
- CERMÁK, P.; BAAR, J.; DÖMÉNY, J.; VÝBOHOVÁ, E.; ROUSEK, R.; PAŘIL, P.; OBERLE, A.; ČABALOVÁ, I.; HESS, D.; VODÁK, M.; BRABEC, M. Wood-water interactions of thermally modified acetylated and melamine formaldehyde resin impregnated beech wood. **Holzforschung**, v. 76, n. 5, p. 437-450, 2022. <https://doi.org/10.1515/hf-2021-0164>
- CHUNG, T. J.; PARK, J.; LEE, H.; KWON, H.; KIM, H.; LEE, Y.; TZE, W. T. Y. The improvement of mechanical properties, thermal stability, and water absorption resistance of an eco-friendly PLA/kenaf biocomposite using acetylation. **Applied Sciences**, v. 8, n. 3, p. 1-13, 2018. <https://doi.org/10.3390/app8030376>
- DIGAITIS, R.; THYBRING, E. E.; THYGESEN, L. G.; FREDRIKSSON, M. Targeted acetylation of wood: a tool for tuning wood-water interactions. **Cellulose**, v. 28, p. 8009-8025, 2021. <https://doi.org/10.1007/s10570-021-04033-z>
- ENGELUND, E. T.; THYGESEN, L. G.; SVENSSON, S.; HILL, C. A critical discussion of the physics of wood-water interactions. **Wood Sci Technology**, v. 47, n. 1, p. 141-161, 2013. <https://doi.org/10.1007/s00226-012-0514-7>
- FIGUEIREDO, G. G.; BORTOLINI, A. T. P.; STANGERLIN, D. M.; PARIZ, E.; OLIVEIRA, D. S. Caracterização tecnológica da madeira de *Trattinnickia burserifolia* Mart. submetida ao tratamento de acetilação. **Nativa**, v. 7, n. 4, p. 420-425, 2019. <http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v7i4.7650>

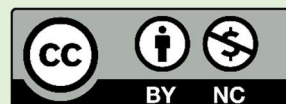
- GOMES, D. F. F.; SILVA, J. R. M.; BIANCHI, M. L.; TRUGILHO, P. F. Avaliação da estabilidade dimensional da madeira acetilada de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden. **Scientia Forestalis**, n. 70, p. 125-130, 2006.
- GUO J.; WANG, C.; LI, C.; LIU, Y. Effect of acetylation on the physical and mechanical performances of mechanical densified spruce wood. **Forests**, v. 13, n. 10, e1620, 2022. <https://doi.org/10.3390/f13101620>
- HILL, C.A.S. **Wood modification: Chemical, thermal and other processes**. West Sussex: John Wiley & Sons, 2006. 239p.
- JONES, D.; SANDBERG, D. A. Review of wood modification globally – updated findings from COST FP1407. **Interdisciplinary Perspectives on the Built Environment**, v. 1, n. 1, p. 1-31, 2020. <https://doi.org/10.37947/ipbe.2020.vol1.1>
- MANTANIS, G. I.; LYKIDIS, C.; PAPADOPOULOS, A. N. Durability of Accoya wood in ground stake testing after 10 years of exposure in Greece. **Polymers**, v. 12, e1638, 2020. <https://doi.org/10.3390/polym12081638>
- MOYA, R. R.; GAITÁN-ALVAREZ, J.; BERROCAL, A.; CACERES, C. B.; HERNÁNDEZ, R. E. Wood properties of nine acetylated tropical hardwoods from fast-grown plantations in Costa Rica. **Wood and Fiber Science**, v. 54, n. 2, p. 134-138, 2022. <https://doi.org/10.22382/wfs-2022-14>
- QUINTANA, E.; AGO, M.; VALLS, C.; RONCERO, M. B.; ROJAS, O. J. Alternative chemo-enzymatic treatment for homogeneous and heterogeneous acetylation of wood fibers. **Cellulose**, v. 25, n. 9, p. 5323-5336, 2018. <https://doi.org/10.1007/s10570-018-1947-4>
- ROWELL, R.M. **Handbook of wood chemistry and wood composites**. Boca Raton: CRC Press. 2012. 703p.
- ROWELL, R. M. Innovation in wood preservation. **Polymers**, v. 12, n. 7, p. 1-7, 2020. <http://dx.doi.org/10.3390/polym12071511>
- SANDAK, A.; GORDOBIL, O.; POOHPHAJAI, F.; DIAZ R.H. Weathering of wood modified with acetic anhydride - Physical, chemical, and aesthetic evaluation. **Forests**, v. 15, n. 7, e1097, 2024. <https://doi.org/10.3390/f15071097>
- PAPADOPOULOS, A. N.; TOUNTZIARAKIS, P. The effect of acetylation on the Janka hardness of pine wood. **European Journal of Wood and Wood Products**, v. 69, n. 3, p. 499-500, 2011. <https://doi.org/10.1007/s00107-010-0484-0>
- SILVA, E. S.; BONFATTI JÚNIOR, E. A.; SILVA, G. A. O.; CURVO, K. R.; STANGERLIN, D. M.; MELO, R. R.; SOUZA, A. P. Deterioração da superfície de cinco madeiras amazônicas expostas ao intemperismo natural. **Madera y Bosques**, v. 28, n. 2, p.1-13, 2022. <https://doi.org/10.21829/myb.2022.2822405>
- STANGERLIN, D. M.; COSTA, A. F.; PASTORE, T. C. M.; GARLET, A. Dureza Rockwell da madeira de três espécies amazônicas submetidas a ensaios de apodrecimento acelerado. **Ciência Rural**, v.4 3, n. 4, p. 623-630, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782013005000022>
- WOJECCHOWSKI, J. P.; SOQUEORA, G. L. A.; LACERDA, L. G.; SCHNOTZLER, E.; DEMIATE, I. M. Physicochemical, structural and thermal properties of oxidized, acetylated and dual-modified common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) starch. **Food Science and Technology**, v.3 8, n. 2, p. 318-327, 2018. <https://doi.org/10.1590/1678-457x.04117>

**Agradecimentos:** À Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) pelo apoio em infraestrutura e recursos humanos.

**Contribuições dos autores:** A.T.P.B.: metodologia, coleta de dados e redação (original); E.P.: conceitualização, metodologia e coleta de dados; D.M.S.: conceitualização, metodologia e redação (revisão e edição). Todos os autores leram e aprovaram a versão publicada do manuscrito.

**Disponibilidade de dados:** Os dados desta pesquisa poderão ser obtidos por e-mail, mediante solicitação ao autor correspondente ou ao segundo autor.

**Conflito de interesses:** Os autores declaram não haver conflitos de interesses.



**Copyright:** © 2025 by the authors. This article is an Open-Access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).