



Influência da modificação térmica e da radiação UV na molhabilidade das madeiras de *Pinus caribaea*, *Khaya ivorensis* e *Corymbia citriodora*

Isabela Lisboa Soares^{1*}, Alexandre Miguel do Nascimento¹, Jaqueline Rocha de Medeiros¹

RESUMO: O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do tratamento térmico e do envelhecimento acelerado na termicamente nas temperaturas de 160° e 200°C. O ângulo de contato foi medido em duas condições superficiais: na madeira oxidada e após superfície usinada. Conjuntamente foram submetidas ao envelhecimento acelerado, com irradiação de raios ultravioletas (UV) nos tempos de 42, 84, 126 e 168 h. A madeira com a superfície usinada exibe maior comportamento hidrofílico em relação as oxidadas, e o processo de envelhecimento diminuiu a molhabilidade da madeira, especialmente após 84 horas de irradiação de UV.

Palavras-chave: ângulo de contato, oxidação, envelhecimento acelerado.

Influence of thermal modification and UV radiation on the wettability of *Pinus caribaea*, *Khaya ivorensis* and *Corymbia citriodora* wood

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the effect of heat treatment and accelerated aging on the wettability of *Pinus caribaea*, *Khaya ivorensis* and *Corymbia citriodora* wood. The wood was thermally modified at temperatures of 160° and 200°C. The contact angle was measured in two surface conditions: on oxidized wood and after machined surface. Together, they were subjected to accelerated aging, with ultraviolet (UV) irradiation at times of 42, 84, 126 and 168 h. Wood with a machined surface exhibits greater hydrophilic behavior compared to oxidized ones, and the aging process decreased the wettability of the wood, especially after 84 hours of UV irradiation.

Keywords: contact angle, oxidation, accelerated aging.

INTRODUÇÃO

As madeiras de reflorestamento são uma alternativa para redução dos impactos gerados às florestas nativas em regiões produtoras de madeiras do Brasil. (ANDRADE, PAES, 2023). E, pensando-se na sua aplicação, é importante estudar as características da superfície desta matéria-prima, pois há uma relação direta com a qualidade do produto.

A molhabilidade é um parâmetro importante revela o espalhamento de um líquido polar sobre uma superfície porosa ou semi-porosa, trata-se de um pré-requisito para conhecer sobre a adesão da madeira (WU et al., 2020). O tratamento térmico da madeira afeta as propriedades físicas, mecânicas e químicas da madeira, inclusive a tensão superficial da superfície devida à alteração de rugosidade da madeira e da modificação da celulose nas regiões amorfas em temperaturas abaixo de 200 °C, alteração da lignina e degradação das hemiceluloses (LOPES et al., 2018). Com isso, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do tratamento térmico e do envelhecimento acelerado na molhabilidade das madeiras de *Pinus caribaea*, *Khaya ivorensis* e *Corymbia citriodora*.

MATERIAIS E MÉTODOS

Modificação térmica

Seis amostras de madeiras de *Pinus caribaea* Pinus), *Khaya ivorensis* (Mogno) e *Corymbia citriodora* (citriodora), com dimensões de 2,1 x 4,8 x 31 cm de espessura, largura e comprimento foram e submetidas ao processo de modificação térmica, nas temperaturas de 160°C e 200°C, em mufla.

Os tratamentos foram realizados em quatro etapas: i) aquecimento do material até 100 °C, durante 120 minutos; ii) aumento da temperatura de 100 °C até a temperatura de tratamento térmico desejada (160 e 200 °C) durante 60 minutos; iii) tempo de permanência na temperatura de tratamento térmico, 90 minutos; iv) resfriamento do material. Após o tratamento térmico as espécies foram recondiçionadas em câmara climática, sob as mesmas condições iniciais, a 20 +/-2 °C e 65 +/-5%.

Molhabilidade da madeira

As madeiras foram expostas em ambiente com temperatura e umidade controlados para oxidação da superfície. Assim, as avaliações de ângulo foram feitas tanto para a superfície da madeira oxidada, como para superfície usinada. Para obtenção do ângulo de contato na condição usinada, usou-se lâmina de micrótomo para retirada da camada superficial.

Foi utilizado um Goniômetro DAS 100S Standard, para determinar o ângulo de contato, através da análise do formato da gota e do seu espalhamento na superfície do material. Para cada condição e amostras, foram aplicadas cinco gotas de água destilada. O ensaio de envelhecimento acelerado ocorreu em condições de umidade do ambiente e temperatura de $22^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Radiação com UV – ensaio de envelhecimento acelerado

O ensaio de envelhecimento acelerado ocorreu em condições de umidade do ambiente e temperatura de $22^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. O equipamento utilizado foi uma cabine de luz, da marca T&M Instruments, modelo CL6i-45S.

Todas as amostras, tratadas e não tratadas termicamente, após usinagem da superfície, foram expostas às condições de radiação. O Controle (NT) foi primeiramente avaliado com a superfície oxidada e posteriormente com a superfície usinada. As amostras foram expostas a radiação UV, com 365 nm de comprimento de onda e potência de 20 W, em diferentes intervalos de tempo (0, 42, 84, 126 e 168 h). Ao final de cada ciclo de exposição, foram avaliadas novamente os ângulos de contato.

Para as análises estatísticas foi utilizado o software Statistica 14.0. A variável ângulo de contato não apresentou distribuição normal e nem variâncias homogêneas e deste modo a análise por boxplot foi escolhida juntamente com teste de Kruskal-Wallis, ao nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A condição oxidada ocorreu devido ao intervalo de tempo entre o tratamento térmico e o ensaio de exposição à radiação ultravioleta. Mesmo sendo acondicionadas em laboratório, a sua superfície tende a oxidar em contato com o ar e luminosidade e, por isso, avaliou-se o seu ângulo de contato nesta condição.

Na Figura 1 e Tabela 1, que as medianas dos ângulos de contato que tiveram superfícies usinadas foram inferiores para as três espécies estudadas. A oxidação da superfície aumenta o ângulo de contato, reduzindo assim sua molhabilidade, com exceção da madeira de pinus não tratada termicamente e do citriodora a 200°C .

Madeira oxidada de pinus e tratado à 200°C teve ângulo de contato superior. Nessa condição de tratamento, o Pinus teve melhor desempenho hidrofóbico (FU et al., 2020). O Citriodora tende a reduzir o ângulo de contato à medida que se aumenta a temperatura de tratamento, não ocorrendo diferenças entre as duas superfícies, na temperatura de 200°C , Pinus. No Mogno as maiores oscilações entre ângulos de contato ocorrem na condição da madeira não tratada e tratada à 200°C , apresentando, os menores ângulos na superfície usinada, que pode ser explicado devido a madeira apresenta grã reversa.

Na Figura 2, observa-se que as três espécies, nas três condições de tratamento térmico, tendem a aumentar em seus ângulos de contato mediano, à medida que são expostas ao tempo crescente de exposição à UV.

Madeira de pinus, mogno e citriodora, não tratada e tratada a 160°C , estabilizam sua molhabilidade a partir de 84 horas de irradiação de UV. A radiação com o raio UV causa envelhecimento acelerado, oxidando superfícies, além de alterar a estrutura da parede celular e trazer modificações nas macromoléculas que lhe compõem.

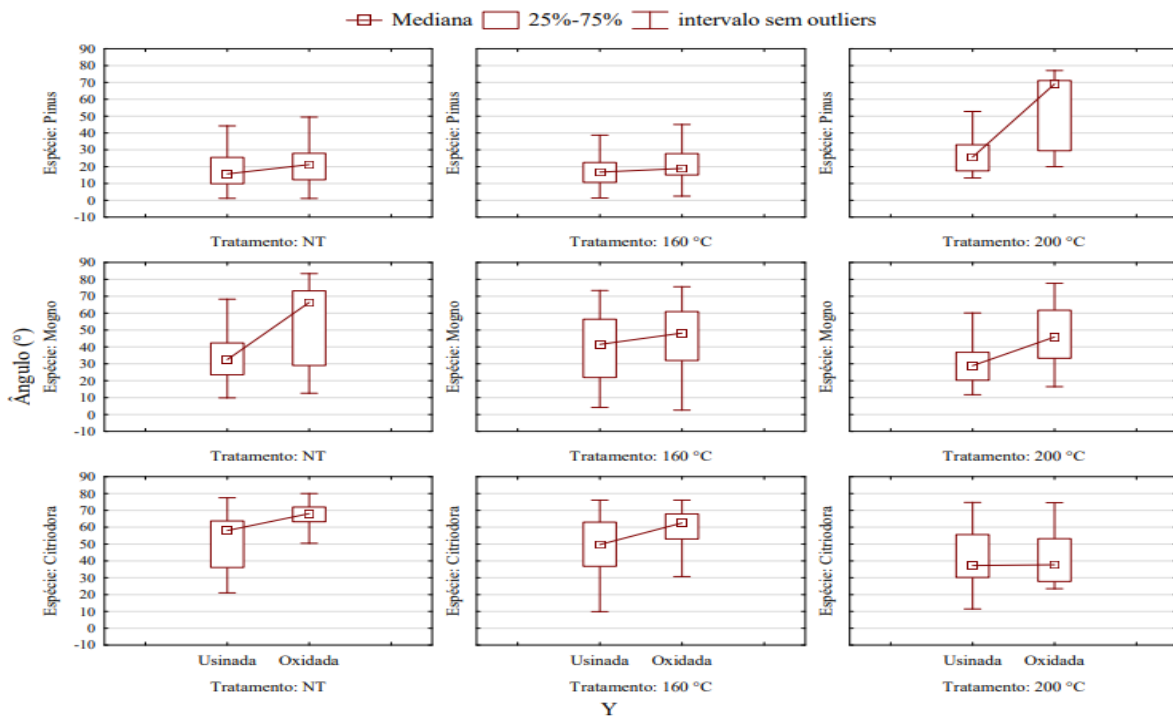


Figura 1: Ângulo de contato das superfícies usinadas e oxidadas de *P. caribaea*, *K. ivorensis* e *C. citriodora*, antes de serem expostas à radiação ultravioleta.

Tabela 1: Teste de Kruskal-Wallis testando o efeito da oxidação no ângulo de contato nas superfícies das madeiras, não tratadas e tratadas termicamente, de *P. caribaea*, *K. ivorensis* e *C. citriodora*, antes de serem expostas à radiação ultravioleta.

Madeiras	Tratamentos térmicos					
	Controle (NT)		160°C		200°C	
	valor H	p=	valor H	p=	valor H	p=
Pinus	2,93	0,087	7,04	0,008	78,64	0,000
Mogno	36,43	0,000	6,64	0,010	46,36	0,000
Citriodora	73,07	0,000	19,75	0,000	0,01	0,920

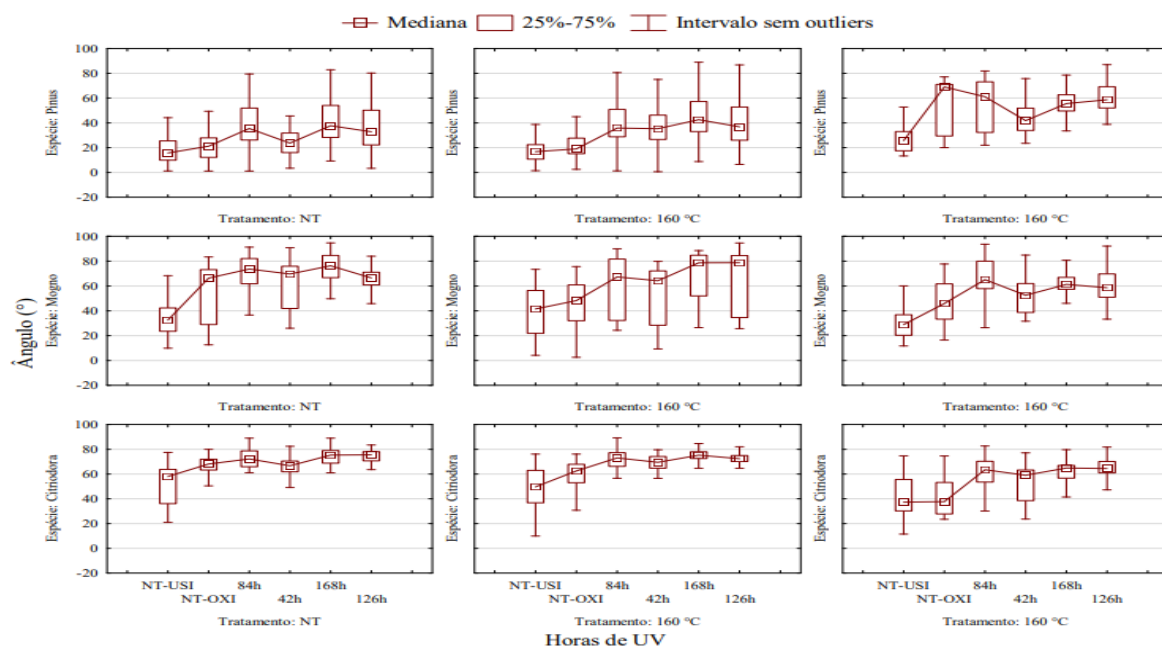


FIGURA 2: Ângulo de contato mediano em função do tratamento térmico e do tempo de radiação ultravioleta nas madeiras de *P. caribaea*, *K. ivorensis* e *C. citriodora*.

As fissuras na superfície ocasionadas pela exposição aos raios UV, pode ocasionar no aumento da molhabilidade da madeira (RUBINO et al., 2023). As madeiras NT e com superfície usinadas (NT-USI), normalmente apresentam menores valores de ângulo de contato, pois se encontra com superfície renovada e que melhora o espalhamento e absorção de água.

CONCLUSÃO

Madeiras com superfícies usinadas apresentaram maior molhabilidade, quando comparadas às

superfícies oxidadas. A radiação ultravioleta diminui a molhabilidade da madeira, especialmente a partir de 84 horas de irradiação. O ângulo de contato entre a gota do líquido e a superfície são menores para a madeira de pinus, quando comparada ao mogno e a citriodora. O efeito da radiação ultravioleta e do tratamento térmico afetaram a molhabilidade das madeiras estudadas. A usinagem prévia da madeira é recomendada para colagem e com acabamento superficial, quando utilizado líquidos polares

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, J. K. B.; PAES, J. B. Deck de madeira: considerações sobre a modificação térmica para a melhoria da qualidade do piso. In: ANDRADE, Jaily Kerller Batista (Org.). Estudos em Ciências Florestais e Agrárias. Campina Grande: Licuri, 2023, p. 27-45. Disponível em: <https://doi.org/10.58203/Licuri.20103>. Acesso em: 27/10/2023.
- FU, Z.; ZHOU, Y.; GAO, X.; LIU, H.; ZHOU, F. Changes of water related properties in radiata pine wood due to heat treatment. *Construction and Building Materials*. v. 127, 116692, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.116692>. Acesso em: 26/10/2023.
- LOPES, J. DE O.; GARCIA, R. A.; DE SOUZA, N. D. Infrared spectroscopy of the surface of thermally-modified teak juvenile wood. *Maderas: Ciencia y Tecnologia*, v. 20, n. 4, p. 737– 746, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-221X2018005041901>. Acesso em: 25/10/2023.
- RUBINO, G.; LO MONACO, A.; LANTERI, L.; PELOSI, C. Improving the Technical Characteristics of Untreated and Heat-Treated Ayous Wood against Accelerating Ageing by Testing Two Application Modalities of an Innovative Polyurethane. *Coatings*. v. 13, 1312, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/coatings13081312>. Acesso em: 29/10/2023.
- WU, Z.; DENG, X.; LI, L.; XI, X.; TIAN, M.; YU, L.; ZHANG, B. Effects of Heat Treatment on Interfacial Properties of *Pinus Massoniana* Wood. *Coatings*. v. 11, 543, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/coatings11050543>. Acesso em: 26/10/2023.