III CBCTEM
Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

EFEITO DO TEMPO DE ACONDICIONAMENTO NA MOLHABILIDADE DA SUPERFÍCIE DE OITO MADEIRAS NATIVAS

Marcos Diego Gonzaga da Silva[1]
Keiti Roseani Mendes Pereira[1]
Rosilei Aparecida Garcia[1]

[1] Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

EFEITO DO TEMPO DE ACONDICIONAMENTO NA MOLHABILIDADE DA SUPERFÍCIE DE OITO MADEIRAS NATIVAS

RESUMO: As propriedades da superfície da madeira desempenham um papel importante na adesão e na aplicação de revestimentos. Entretanto, após a usinagem da madeira, a superfície inicia um processo de inativação que altera as suas características físicas, químicas e termodinâmicas, as quais por sua vez afetam a resistência e a durabilidade de revestimentos e adesivos. Neste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do tempo de acondicionamento da madeira na molhabilidade da superfície visando contribuir para uma melhor compreensão do processo de inativação da superfície. Foram estudadas oito espécies de madeira: angelim (*Parkia pendula*), angelim pedra (*Hymenolobium excelsum),* abiurana (*Pouteria guianensis*), cedro (*Cedrela odorata*), cerejeira (A*mburana acreana*), cumaru (*Dipteryx odorata*), garapeira (*Apuleia molaris*) e jequitibá (*Cariniana* sp.). A molhabilidade foi avaliada pela análise de ângulo de contato utilizando um o método DSA (Drop Shape Analyser) com leituras de ângulo de contato a cada 10 segundos durante 2 minutos. Esse procedimento foi feito para a superfície fresca (recém usinada) e envelhecida após 7, 14 e 21 dias de acondicionamento com temperatura e umidade relativa controladas. As madeiras de abiruana, garapeira e cerejeira apresentaram uma redução gradual do ângulo de contato em função do tempo de acondicionamento, enquanto o ângulo de contato das madeiras de cedro e cumaru diminuiu até 14 dias, ocorrendo um aumento após 21 dias. O acondicionamento não afetou o ângulo de contato da madeira de angelim. Portanto, o tempo de acondicionamento afeta a molhabilidade da superfície da madeira, entretanto, esse comportamento é dependente da espécie.

Palavras-chave: ângulo de contato, extrativos, inativação da superfície.

ABSTRACT: The properties of the wood surface play an important role in the adhesion and coating application. However, after the wood machining, the surface begins an inactivation process that changes its physical, chemical and thermodynamic characteristics, which affect the strength and durability of coatings and adhesives. In this context, the objective of this study was to evaluate the effect of the time conditioning of the wood on the wetting surface in order to contribute to a better understanding about the surface inactivation process. It was studied eight species: angelim (*Parkia pendula*), angelim pedra (*Hymenolobium excelsum*), abiurana (*Pouteria guianensis*), cedro (*Cedrela odorata*), cerejeira (*Amburana acreana*), cumaru (*Dipteryx odorata*), garapeira (*Apuleia molaris*) and jequitibá (*Cariniana* sp.). The wetting was evaluated by contact angle analysis using the Drop Shape Analyzer (DSA) method with contact angle readings every 10 seconds for 120 seconds. This procedure was done for fresh surface (freshly machined) and aged surface after 7, 14 and 21 days of conditioning in controlled temperature and relative humidity. Abiruana, garapeira and cerejeira woods had a gradual decrease on contact angle as a function of the conditioning time, while cedro and cumaru woods had a decrease in contact angle until 14 days and an increase after 21 days. The conditioning time did not affect the contact angle of angelim wood. Therefore, the conditioning time affects the wood surface wetting; however, this behavior depends upon species.

Keywords: contact angle, extractives, surface inactivation.

1. INTRODUÇÃO

As propriedades da superfície da madeira são determinadas por fatores físicos tais como morfologia e rugosidade da superfície, área de superfície específica, uniformidade e permeabilidade; e fatores químicos que incluem a composição elementar e molecular e os grupos funcionais dos principais constituintes da parede celular (celulose, hemiceluloses e lignina) e das substâncias secundárias (pectinas, extrativos) (TSHABALADA et al., 2005). Os fatores físicos e químicos, por sua vez, afetam a molhabilidade da superfície da madeira que consiste na interação macroscópica de um líquido com uma superfície sólida. Os grupos hidroxílicos livres dos constituintes da parede celular que estão expostos na superfície da madeira tendem a regular o nível de molhabilidade e colagem. A exposição da superfície da madeira ao ar tende a diminuir a quantidade desses grupos hidroxílicos livres, podendo ocorrer uma reorientação de grupos funcionais contendo hidroxilas para o interior da madeira (PIAO et al., 2010; BELGAGEM e PIZZI, 2016). Gray (1992) define a molhabilidade como a facilidade e a eficácia com que um líquido se espalha sobre uma superfície sólida, molhando-a. A molhabilidade da superfície é uma propriedade essencial para avaliar a aptidão do material para a adesão e a aplicação de revestimentos.

A madeira é um material com uma estrutura complexa e heterogênea composto por células de diferentes formatos, apresentando cavidades devido aos lumens celulares, portanto, além do espalhamento do líquido na superfície, ocorre também a sua penetração por capilaridade. A anatomia da madeira é um dos principais fatores que afetam as propriedades da superfície e consequentemente a adesão e o desempenho dos revestimentos (WILLIAMS, 2010). Segundo Williams (2010), o desempenho do revestimento é afetado pela densidade, pela proporção de lenho tardio e lenho inicial inicial, pela proporção e localização de raios e elementos de vasos, pelo teor de extrativos e pela taxa de crescimento de cada espécie. Além disso, a distribuição e a composição dos constituintes primários e secundários da madeira variam de acordo com a espécie. Portanto, o comportamento de molhabilidade na madeira depende das propriedades e características intrínsecas à espécie, tais como, densidade, textura, estrutura anatômica, rugosidade da superfície, teor de umidade, teor e natureza dos extrativos; das condições de secagem e usinagem; e da reação entre o líquido e o sólido (WANG et al., 2007; LUZ et al., 2008; MARTINS, 2008).

O preparo da superfície da madeira também apresenta um papel importante na molhabilidade. No processo de usinagem, as células da madeira são cortadas por ferramentas e o esmagamento ou a excessiva fragmentação das células tornam as superfícies mecanicamente mais fracas, inibindo a molhagem e a penetração do adesivo. No processo de secagem da madeira, a água migra para as superfícies depositando ácidos e resinas hidrofóbicas que afetam a adesão e a aplicação de revestimentos (KIGUCHI, 1996). Desta forma, a usinagem, a secagem e o armazenamento da madeira causam a inativação da sua superfície, ou seja, a sua degradação físico-química.

Neste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do tempo de acondicionamento da madeira na molhabilidade da superfície visando contribuir para uma melhor compreensão do processo de inativação da superfície de oito espécies amazônicas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O material utilizado neste estudo é proveniente da Floresta Macauã (floresta nativa manejada) situada no município de Sena Madureira, Acre. Foram estudadas oito espécies de madeiras amazônicas, sendo elas: abiurana (*Pouteria guianensis* Aubl., Família: Sapotaceae), garapeira (*Apuleia molaris* Spruce ex Benth., Família: Fabaceae), jequitibá (*Cariniana* sp., Família: Lecythidaceae), cedro (*Cedrela odorata* L., Família: Meliaceae), angelim (*Parkia pendula* (Wild.) Benth. Ex Walp., Família: Fabaceae), angelim pedra (*Hymenolobium excelsum* Ducke, Família: Fabaceae), cerejeira (*Amburana acreana* (Ducke) A. C. Sm., Família: Fabaceae) e cumaru (*Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd., Família: Fabaceae). As toras foram processadas com o uso de serra de fita para desdobro primário e serra circular simples para refilo das peças e destopadeira. Foram então, aplainadas e lixadas em uma das faces e em seguida redimensionadas em amostras de 10 x 30 x 150 mm^3 (espessura x largura x comprimento). Posteriormente foram acondicionadas em câmara climática à 20°C e 65% UR até atingir massa constante. Na secagem das amostras foram utilizadas microprensas para restringir os defeitos de secagem.

As análises de ângulo de contato na superfície das madeiras foram realizadas pelo analisador de formato da gota (Drop Shape Analyzer DSA100), versão 1.92 da KRÜSS GmbH (Hamburg, Alemanha). As análises foram realizadas em ambiente climatizado, sendo utilizada água destilada à 20°C como líquido teste. Foram efetuadas leituras de ângulo de contato a cada 10 segundos durante 2 minutos, totalizando 12 leituras para cada gota depositada na superfície. Esse procedimento foi feito em cinco diferentes pontos da superfície da amostra, resultando em 60 observações de ângulo de contato por amostra. Foram utilizadas 10 amostras para cada espécie. Esse procedimento foi efetuado na superfície fresca (recém usinada) e na superfície envelhecida após 7, 14 e 21 dias de acondicionamento. Durante o experimento as amostras de madeira foram mantidas em câmara climática com condições controladas de temperatura e umidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 mostra o comportamento dos ângulos de contato para cada madeira estudada em função das quatro condições da superfície (fresca e envelhecida após 7 dias, 14 dias e 21 dias). Observa-se comportamentos diferentes entre as espécies. As madeiras de abiurana, garapeira e cerejeira apresentaram uma redução gradual do ângulo de contato em função do tempo de acondicionamento até 21 dias. Na madeira de jequitibá, o ângulo da superfície envelhecida após 21 dias aumentou com relação à superfície envelhecida após 7 e 14 dias, mas manteve-se abaixo do ângulo de contato da superfície fresca. Na madeira de angelim pedra também observa-se que após 21 dias de acondicionamento, o ângulo de contato aumentou com relação ao ângulo após 14 dias de envelhecimento, porém manteve-se abaixo do ângulo da superfície fresca. Nas madeiras de cedro e cumaru, os ângulos de contato diminuíram após 7 e 14 dias de acondicionamento e em seguida aumentaram após 21 dias de acondicionamento apresentando valores superiores aqueles da superfície fresca. Os resultados mostram diferentes comportamentos entre as espécies de madeira estudadas, os quais podem ser explicados pelas suas diferentes composições químicas, principalmente em relação ao teor e a natureza dos extrativos, os quais podem se volatizar ou migrar em direção à superfície dependendo da espécie. Por exemplo, nas madeiras de cedro e cumaru pode ter ocorrido a migração dos extrativos em direção às superfícies após 21 dias aumentando o ângulo de contato e reduzindo assim a molhabilidade; enquanto que nas demais o efeito é contrário, ou seja, durante o acondicionamento pode ocorrer a volatilização dos extrativos da superfície reduzindo o ângulo de contato e favorecendo a molhabilidade.

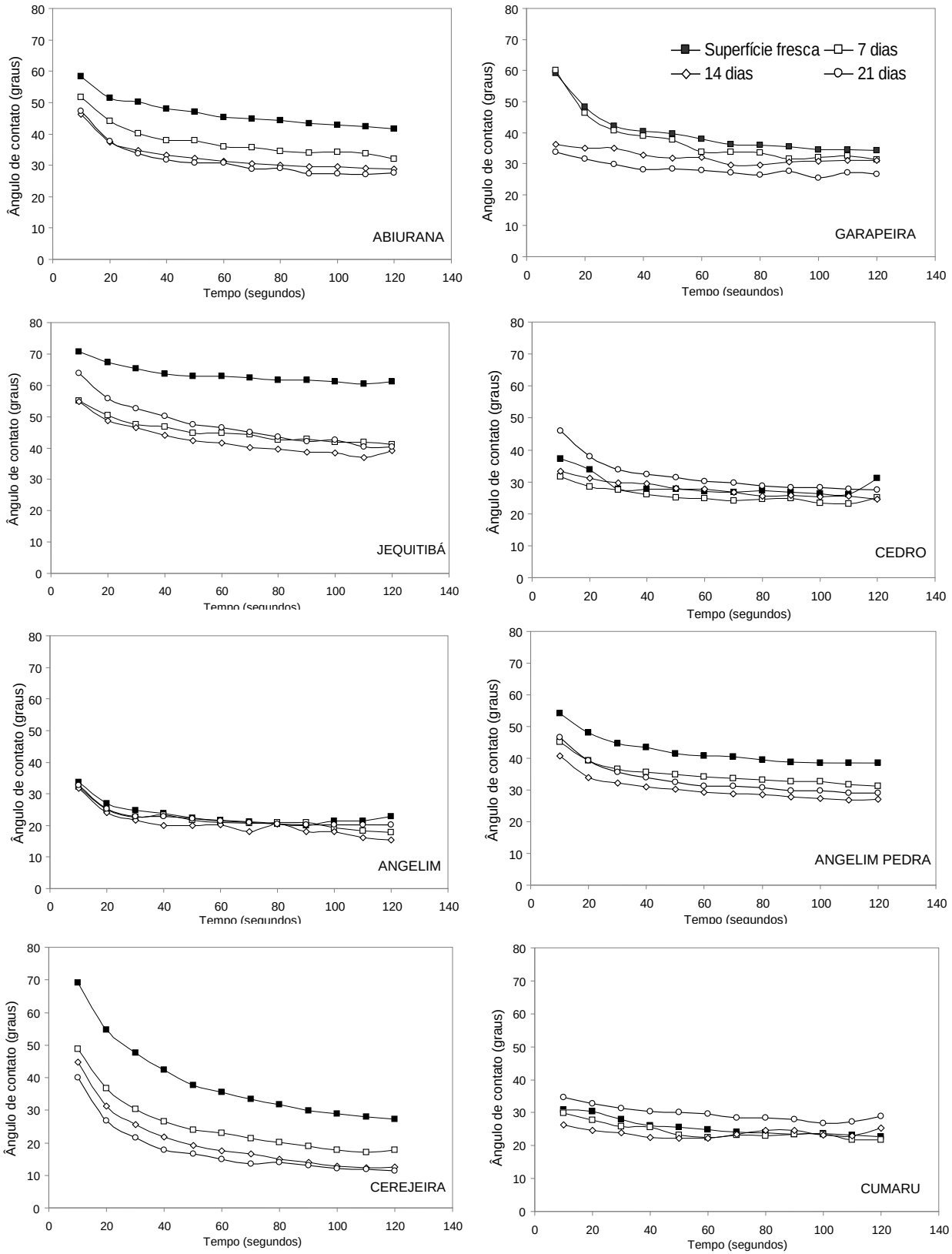

Figura 1. Comportamento do ângulo de contato nas superfícies fresca e envelhecida de madeiras amazônicas em função do tempo

Bryne (2008), avaliando o ângulo de contato da superfície da madeira de pinus envelhecida durante seis meses, observou um aumento do ângulo de contato. O autor atribuiu esse comportamento à hidroficidade da madeira devido à migração dos extrativos para as superfícies, bem como a reorientação de grupos funcionais na interface madeira-extrativos-ar. Gray (1962) *apud* Piao et al. (2010) relata que as superfícies recém usinadas apresentam maior capacidade de molhabilidade quando comparadas às superfície expostas ao intemperismo. Frihart e Hunt (2010) descrevem que o molhamento e a penetração de adesivos são interferidos não somente pela contaminação química, mas também pela deterioração física da superfície, como células esmagadas ou acúmulo de poeira ocasionado pelo lixamento.

4. CONCLUSÕES

O tempo de acondicionamento afeta a molhabilidade da superfície da madeira, entretanto, esse comportamento é dependente da espécie.

O tempo de armazenamento não afetou a molhabilidade da superfície da madeira de angelim, portanto, ela pode ser estocada em ambiente controlado por menos 21 dias sem sofrer inativação da superfície.

Os resultados obtidos neste estudo darão subsídios para o desenvolvimento de novos projetos e estabelecer protocolos de medição de ângulo de contato.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) pela bolsa de iniciação científica concedida ao primeiro autor.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELGACEM, M. N.; PIZZI, A. Lignocellulosic Fibers and Wood Handbook: Renewable Materials for Today's Environment. Wiley-Scrivener, 2016.

BRYNE, L. E. Aspects on wettability and surface composition of modified wood. 2008. Licentiate Thesis. KTH Architecture and the Built Environment. Stockholm, Sweden, 2008.

FRIHART, C. R.; HUNT, C. G. Adhesive with wood materials – bond formation and performance. Chapter 10. In: Wood Handbook – Wood as an engineering material. Forest Products Laboratory. 2010.

GRAY, V. R. The wettability of wood. Forest Products Journal, v. 12, n. 9, p. 452-461, 1992.

KIGUCHI, M. Surface modification and activation of Wood. In : HON, D. N. S. ; SHIRAISHI, N. (ed.). Chemical modification of lignocellulosic materials. New York : Marcel Dekker. p. 197-228, 1996.

LUZ, A. P; RIBEIRO, S.; PANDOLFELLI, V. C. Uso da molhabilidade na investigação do comportamento de corrosão de materiais refratários. Cerâmica, n. 54, p. 174-183, 2008.

MARTINS, D. A. L. Caracterização de madeiras exóticas para acabamento com vernizes aquosos. 2008. 87 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade do Porto, [s.l.].

PIAO, C.; WINANDY, J. E.; SHUPE, T. F. From hydrophilicity to hydrophobicity: a critical review: part I. Wettability and surface behavior. Wood and Fiber Science, v. 42, 4,p. 490-510, 2010.

TSHABALALA, M. A. Surface characterization. In ROWELL, R. M. (Ed.) Handbook of wood chemistry and wood composites. Boca Raton, Florida: CRC Press. 2005.

WANG, S.; ZHANG, Y.; XING, C. Effect of drying method on the surface wettability of wood strands. Holz Roh Werkst, v. 65, p. 437-442, 2007.

WILLIAMS, R. S. Finishing of Wood, Chapter 16. In: Wood Handbook – Wood as an engineering material. Forest Products Laboratory. 2010.