

ESTUDOS DE INTEMPERISMO ARTIFICIAL NOS PRINCIPAIS COMPONENTES QUÍMICOS DE MADEIRAS DA AMAZÔNIA

Juziele de Souza BARBOSA¹; Bazilio Frasco VIANEZ²; Maria de Jesus Coutinho VAREJÃO³

¹Bolsista PAIC/FAPEAM-INPA; ²Orientador COTI/INPA; ³Co-orientadora COTI/INPA

1. Introdução

A madeira quando exposta à radiação solar sofre uma degradação química superficial que provoca uma mudança de cor e um enfraquecimento da sua resistência mecânica (Derbyshire e Miller 1981; Beatrice *et al.* 2005). Uma combinação complexa desses fatores contribui para o que chamamos de processo de intemperismo (Feist 1983; Nzokou e Kamdem 2006). Segundo Temiz *et al.* (2005), a descoloração da madeira exposta à luz solar ocorre devido à modificação de grupos cromóforos capazes de absorver a radiação ultravioleta no comprimento de onda entre 300 e 400 nm. Nas fases iniciais do processo de intemperismo, as madeiras escuras têm tendência a se tornarem mais claras e as mais claras ficam mais escuras, sendo que no final do processo todas as madeiras ficam cinza (Feist 1990). Além dessas mudanças, a variação no teor de umidade da madeira produz fissuras na sua superfície reduzindo as suas propriedades físicas e mecânicas e permitindo a entrada de esporos de fungos que podem causar o seu apodrecimento (Eaton e Hale 1993; Xie *et al.* 2005). Pesquisas têm sido desenvolvidas para entender os mecanismos da degradação da madeira produzidos pelo intemperismo, para obtenção de soluções que possam minimizar seus efeitos, sobretudo para otimizar as suas propriedades e prolongar a sua vida útil.

Diante do exposto, a primeira hipótese deste trabalho é que o processo de degradação química da superfície da madeira, por meio de radiação ultravioleta, alta temperatura e alta umidade, em câmara de intemperismo artificial, pode simular o processo de intemperismo natural. A metodologia NIR, que utiliza a espectroscopia de refletância no infravermelho próximo, é uma ferramenta de alta precisão, por meio da qual é possível detectar essas modificações de forma rápida e precisa nos espectros das substâncias analisadas. A segunda hipótese é que o método de intemperismo artificial pode ser utilizado para avaliar em curto prazo, o processo de envelhecimento da madeira exposta ao tempo, de maneira rápida e econômica.

2. Material e Métodos

A escolha das três espécies de madeira da Amazônia usadas neste estudo foi feita de forma que fossem estudadas espécies de baixa, média e alta densidade. Atendendo a este critério, foram usadas as espécies: *Simarouba amara* Aubl. (marupá), *Couratari guianensis* Aubl. (tauari) e *Manilkara huberi* (Ducke) Chevalier. (maçaranduba) provenientes da área de exploração da Madeireira Mil, localizada na cidade de Itacoatiara - AM. Informações do banco de dados online do IBAMA (2013) apresentam para essas espécies valores de densidade de 0,37 g/cm³, 0,52 g/cm³ e 0,87 g/cm³, respectivamente.

Teste de intemperismo artificial

Os corpos-de-prova de madeira foram cortados e aplainados de forma orientada nos planos transversal, tangencial e radial, nas dimensões 32,0cm de comprimento X 7,4cm de largura X 0,5cm de espessura e foram lixados com lixa de grã 300. O corte foi feito de forma que o comprimento da amostra ficasse no sentido das fibras da madeira e a superfície de maior área fosse a tangencial. Cada espécie teve 9 replicatas, perfazendo um total de 27 amostras.

Os corpos-de-prova foram montados em uma câmara de intemperismo BASS-UUV contendo 27 suportes de alumínio, onde cada suporte expõe duas áreas do corpo de prova, totalizando 54 superfícies de teste (18 superfícies por espécie). Os testes foram desenvolvidos de acordo com a norma ASTM G154, utilizando um equipamento com fonte de radiação de lâmpadas fluorescentes UVA, com controle de radiação, temperatura e spray de água. A câmara de intemperismo foi programada para funcionar por 12 meses com dois ciclos diários de dois eventos cada, sendo o primeiro evento de 10 horas de radiação de UV com intensidade 1,4 W/cm² e o segundo de 2 horas de spray de água.

Leituras em FT-NIR

Durante um período de 27 semanas, a cada intervalo de sete dias, todas as amostras foram analisadas em um aparelho FT-NIR Analyser - Thermo Scientific, modelo Antaris II, onde foram feitas as leituras dos espectros de absorvância nas frequências entre 4.000 e 10.000 cm⁻¹ para medição dos picos de celulose e lignina. Foram feitas seis leituras ao longo do eixo longitudinal da face da amostra exposta ao intemperismo. Três amostras (uma de cada espécie) foram mantidas acondicionadas em sacos plásticos pretos para serem usadas nas leituras padrão da madeira não intemperizada.

Análise dos Resultados

Os espectros obtidos nas leituras em FT-NIR foram comparadas com a metodologia não destrutiva com transformada de Fourier do modelo desenvolvido por Varejão *et al.* (2012). Esta comparação foi realizada utilizando o software TQ Analyst no modelo de regressão por quadrados mínimos parciais (PLS-Partial Least Square), para estimar a variação percentual da celulose e lignina das três espécies estudadas.

3. Resultados e Discussão

O experimento utilizou os resultados das leituras em FT-NIR durante o período de 27 semanas, num total de 28 leituras, sendo que, a primeira leitura foi realizada antes de iniciar a exposição das amostras ao intemperismo e outras 27 leituras foram feitas semanalmente.

Ao final dos testes observou-se que, com o passar do tempo, o teor de celulose apresentou um aumento uniforme e constante nas três espécies de madeira (Figura 1 e 2). O aumento na predição da celulose obtido pelas leituras no FT-NIR pode ser explicado pela degradação de outros polissacarídeos presentes na madeira e que são instáveis, como por exemplo, a galactose, arabinose, xilose, manose e rhamnose (hemicelulose) presentes no tecido xilemático. Estes açúcares apresentam cadeias químicas similares aos da celulose (OH-; CH-; CH₃-), e uma vez degradados são associados ao mesmo grupamento da celulose, daí o possível aumento do teor celulose na faixa do comprimento de onda definido no modelo.

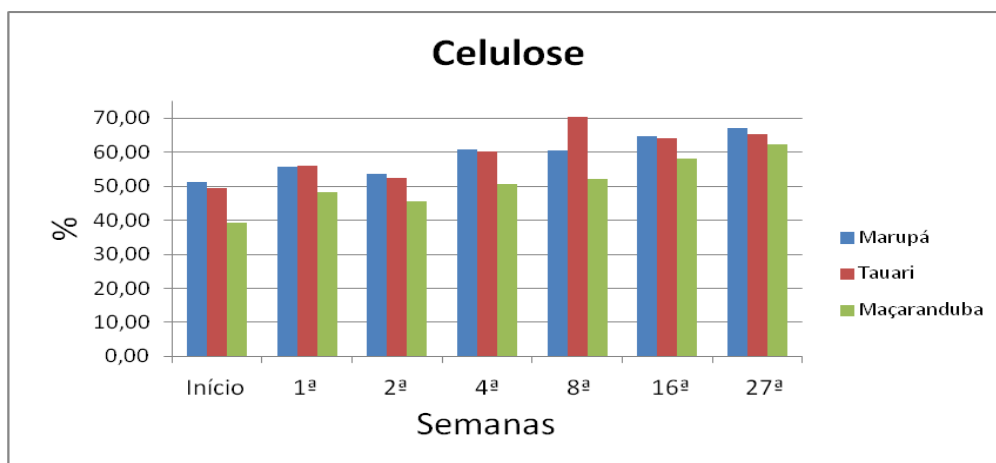


Figura 1. Predição do teor de celulose em madeiras de marupá (*Simarouba amara*), tauari (*Couratari guianensis*) e maçaranduba (*Manilkara huberi*), por metodologia não destrutiva (FT-NIR), durante 27 semanas de teste ao intemperismo artificial.

Experimentos anteriores de intemperismo natural com essas mesmas madeiras mostraram que a degradação da celulose variou entre as diferentes espécies e que a espécie de maior densidade obteve o menor nível de degradação (Barbosa *et al.* 2012). Isso mostra que o padrão de degradação celulose em madeiras expostas ao intemperismo artificial não é igual aquele do intemperismo natural.

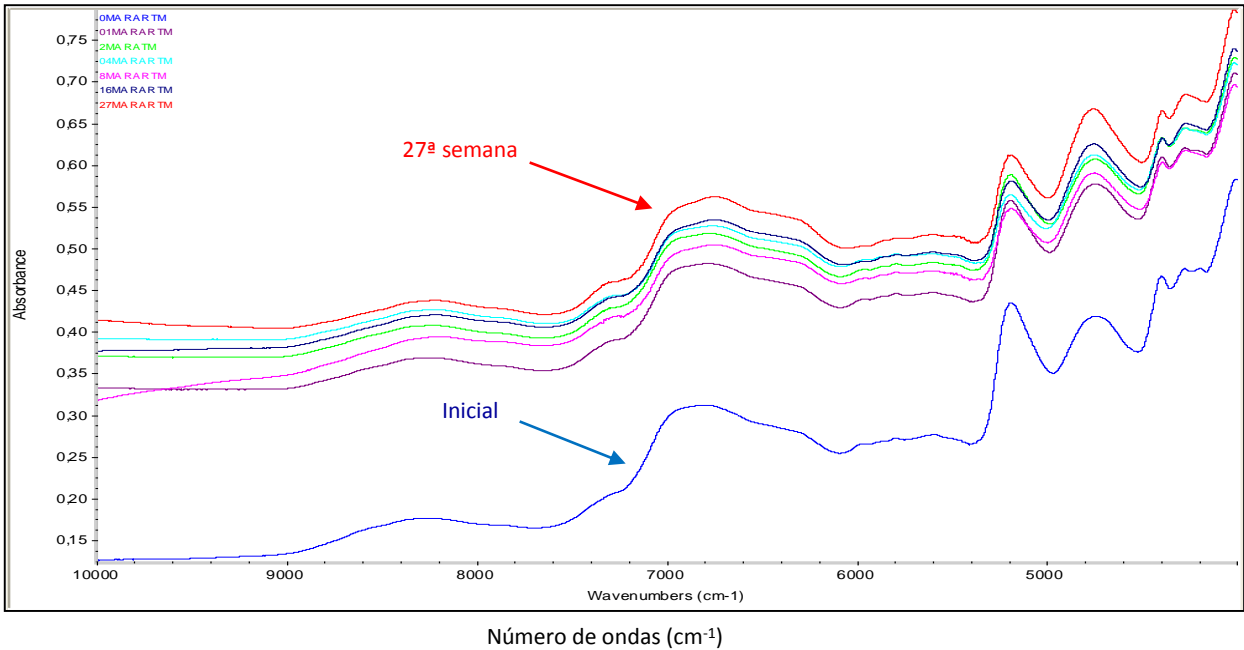


Figura 2. Espectros FT-NIR da madeira de marupá (*Simarouba amara*). Médias das leituras feitas em amostras sem intemperização (Inicial) e médias semanais de seis leituras feitas durante as 27 semanas de teste na câmara de intemperismo.

Durante as 27 semanas de experimento, o teor de lignina das três madeiras apresentou maior instabilidade que o da celulose (Figura 3). A lignina na madeira tem papel de cimentar as células, daí maior rigidez desse composto, que é formado por várias ramificações fenólicas/aromáticas (Fengel e Wegener 2003). A ligação molecular dos arranjos da lignina são mais fortes que os da celulose, ou seja, as mudanças de posição de certas cadeias da lignina não alteram sua composição. Esta propriedade pode explicar uma não definição no processo de degradação da lignina. Podemos deduzir que os raios UV têm maior ação de deterioração na parede celular, nas cadeias de celulose do que nas cadeias de lignina. Compostos fenólicos que são a base das cadeias de lignina apresentam histórico de ação anti-oxidante, podendo associar essa resistência ao seu caráter fenólico.

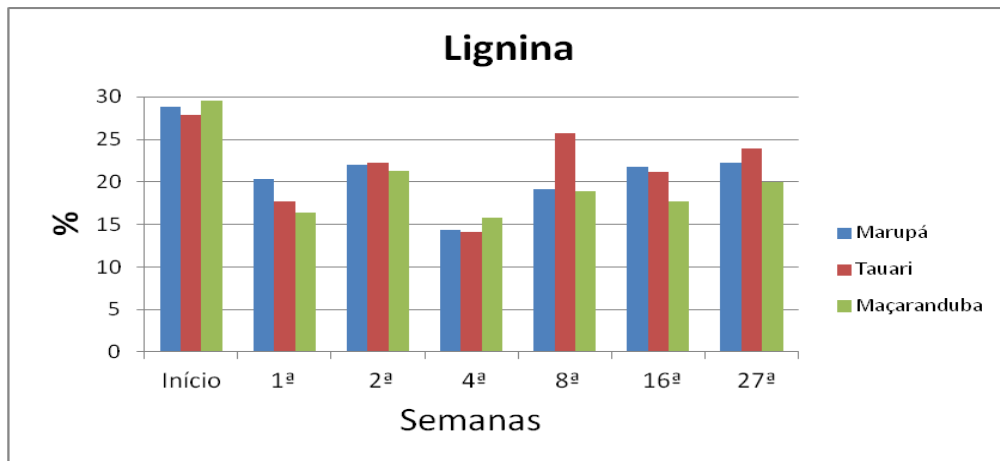


Figura 3. Predição do teor de lignina em madeiras de marupá (*Simarouba amara*), tauari (*Couratari guianensis*) e maçaranduba (*Manilkara huberi*), por metodologia não destrutiva (FT-NIR). Médias semanais de seis leituras feitas durante as 27 semanas de teste de intemperismo artificial.

4. Conclusão

Os resultados obtidos mostram que as madeiras expostas ao intemperismo artificial, independentemente de suas densidades, apresentam uma degradação mais bem definida da celulose do que da lignina. Estes resultados, quando comparados com os encontrados anteriormente em experimentos de intemperismo natural, mostram que o padrão de degradação desses dois componentes não segue as mesmas tendências. Podemos então concluir que, os testes de intemperismo artificial podem fornecer informações importantes sobre o efeito da radiação UV, das altas temperaturas e da umidade na madeira. Entretanto, não há como estabelecer uma comparação entre os dois processos de intemperismo. Isso pode ser explicado pelo fato de que, no intemperismo natural, além dos fatores: radiação, temperatura e umidade, a degradação se dá também, pelo ataque de fungos que se instalam na superfície da madeira, pela deposição de partículas poluentes e outros fatores que não podem ser controlados.

5. Referências Bibliográficas

- American Society for Testing Materials- ASTM, 2006. ASTM G154: Standard Practice for operating fluorescent light apparatus for UV exposure of non-metallic materials.
- Barbosa, J.S.; Vianez, B.F.; Varejão, M.J.C. 2012. Efeitos do Intemperismo nos Principais Componentes Químicos de Três Madeiras da Amazônia In: Anais do I Congresso de Iniciação Científica (I CONIC) do INPA/CNPq/Fapeam, 2012, Manaus.
- Beatrice, G.; Suttie, E.; Merlin, A.; Deglise, X. 2005. Photodegradation and photostabilization of wood—The state of the art. *Polym Degrad Stab.*, 88:268–274.
- Derbyshire, H.; Miller, E.R. 1981. The photodegradation of wood during solar irradiation. I. Effects on the structural integrity of thin wood strips. *Holz Roh-Werkstoff*, 39:341–350.
- Eaton, R.A.; Hale M.D.C. 1993. *Wood Decay, Pests and Protection*. London: Chapman & Hall. 546p.
- Feist, W.C. 1983. Weathering and protection of wood, *Proc Am Wood Preserver's Assoc.*, 79:195–205.
- Feist, W.C. 1990. Outdoor wood weathering and protection. In: Rowell R.M; Barbour R.J, Eds. *Archaeological Wood: Properties, Chemistry, and Preservation. Advances in Chemistry Series 225. In: Proceedings of 196th Meeting of the American Chemical Society, September 25– 28, 1988, Los Angeles. Washington, DC: American Chemical Society; 1990. Chapter 11.*
- Fengel, D.; Wegener, G. 2003. *Wood, chemistry, ultrastructure, reactions*, Verlag Kessel. D-Rmagen. 613pp.
- George, B.; Suttie, E.; Merlin, A.; Deglise, X. 2005. Photodegradation and photo stabilisation of wood – the state of the art. *Polymer Degradation and Stability*, 88(2): 268-274.
- Nzokou, P.; Kamdem, D.P. 2006. Influence of wood extractives on the photodiscoloration of wood surfaces exposed to artificial weathering. *Color Res Appl.*, 31:425–434.
- Varejão, M.J.; Nascimento, C.S; Cruz, I.A. 2012. Avançando Fronteiras: Potencial Químico ecológico-econômico de espécies de São Gabriel das Cachoeiras, AM. In: Souza, L.A.G. *et al.*(Org). *Desvendando as fronteiras do Conhecimento científico da Região Amazônica*. Manaus: INPA. p. 51-68.
- Temiz, A.; Yildiz, U. C.; Aydin, I.; Eikenes, M.; Alfredsen, G.; Çolakoglu, G. 2005. Surface roughness and color characteristics of wood treated with preservatives after accelerated weathering test. *Applied Surface Science*, 50: 35-42.
- Xie, Y.; Krause, A.; Mai, C.; Militz, H.; Richter, K.; Urban, K.; Evans, P.D. 2005. Weathering of wood modified with the N-methylol compound 1,3- dimethylol-4,5-dihydroxyethyleneurea. *Polym Degrad Stab*; 89:189–199.