

ADSORÇÃO E DESSORÇÃO DE VAPOR D'ÁGUA EM MADEIRA DE *EUCALYPTUS GRANDIS* HILL EX. MAIDEN REVESTIDA COM STAINS, VERNIZ E SELADORES.

Washington Luiz Esteves Magalhães

Embrapa Florestas

(wmagalha@cnpf.embrapa.br)

Graciela Inez Bolzon Muniz

UFPR - Universidade Federal do Paraná

(gbmunize@ufpr.br)

Márcio Henrique Merschmann Fabis

FAEF – SP - Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal

(marciofabis@bol.com.br)

Resumo

Amostras de madeira de *Eucalyptus grandis* foram revestidas com três produtos diferentes do tipo stain, dois seladores e um verniz, e a seguir expostas alternadamente a ambientes com baixa e alta umidade do ar em ciclos aproximados de duas semanas. O produto do tipo verniz foi o que apresentou maior barreira tanto à adsorção como a desSORÇÃO de vapor d'água. As amostras revestidas com verniz, após diversos ciclos de adsorção e desSORÇÃO de vapor d'água, acumularam umidade. Os demais revestimentos analisados apresentaram baixos valores para o coeficiente de exclusão de umidade, em contrapartida não permitem o acúmulo de umidade após ciclos de adsorção/dessorção de vapor d'água.

Palavras-chave: stain, verniz, selador, revestimento de madeira, *Eucalyptus grandis*, adsorção/dessorção de vapor d'água.

WATER VAPOR ADSORPTION AND DESORPTION FOR SOLID WOOD FROM *EUCALYPTUS GRANDIS* HILL EX. MAIDEN COATED BY STAINS, SEALERS AND VARNISH.

Abstract

Solid wood samples from *Eucalyptus grandis* were coated by three types of stains, two types of sealers and one varnish, then they were exposed cyclically to ambient with high and low levels of relative humidity. Varnish film presented the high value to the moisture excluding effectiveness (MEE). Despite the high value for MEE varnish coated wood accumulated moisture after many cycles of water vapor adsorption/desorption. The others coatings tested presented low values for the MEE, however they permitted water vapor desorption from coated wood. Moreover, moisture does not accumulate inside coated solid wood after many water vapor adsorption/desorption cycles.

Key words: stain, varnish, sealer, wood coatings, *Eucalyptus grandis*, water vapor absorption/desorption.

1 - Introdução

A transmissão de vapor d'água através de madeira maciça já foi o objeto de muitos estudos (Ekstedt 2003). O fluxo de água ligada ocorre por um processo difusivo que obedece à primeira lei de Fick (Siau 1971; Williams et al., 1996). A adsorção de vapor d'água pela madeira depende da pressão de vapor do ambiente a que ela está exposta. Madeira exposta ao ambiente externo

necessita de proteção contra efeitos de degradação por intemperismo e por agentes biológicos. Uma das importantes funções do revestimento de superfícies é limitar a penetração da umidade e *manter a umidade* da madeira em um nível bem abaixo do ponto de saturação das fibras. De fato, a madeira absorve água em condições de serviço, principalmente por ação de forças capilares, mas também adsorve água por um processo difusivo. A água adsorvida pela madeira demora muito para evaporar, deixando, então, a madeira úmida por um longo período. Madeira com umidade próxima ou ligeiramente acima do ponto de saturação das fibras permite o ataque de fungos xilófagos. Os produtos tradicionais usados para revestir a madeira formam um filme na sua superfície, inibindo o fluxo da umidade. Esses produtos são eficazes na repelência de água, entretanto eles não são impermeáveis ao vapor d'água (Goossens et al. 2001). O filme funciona como uma armadilha que dificulta a saída da umidade que porventura tenha penetrado na madeira. Isso pode, eventualmente, levar a um significativo aumento na umidade da madeira (Williams et al. 1996). Os novos revestimentos, que não formam filme na superfície, permitem um maior fluxo da umidade.

É muito importante que os revestimentos para madeira em aplicações externas, como nas janelas, permitam suficiente transmissão de vapor d'água para evitar o acúmulo de umidade no substrato. De fato, um alto teor de umidade pode permitir ataque biológico com apodrecimento e variação dimensional da peça de madeira. Palanti et al. (2001) desenvolveram um método para a medida da permeabilidade de revestimentos que formam ou não um filme na superfície da madeira. Essa permeabilidade também depende da direção anatômica da madeira, longitudinal ou transversal.

O objetivo deste estudo foi medir a adsorção e dessorção de vapor d'água por madeira com e sem revestimento submetida a ciclos alternados de alta e baixa umidade relativa do ar. Foram empregados diversos revestimentos para mostrar a diferença de desempenho entre os mais diversos tipos de produtos e orientar técnicos, consumidores e engenheiros em futuras aplicações.

2 - Materiais e métodos

As amostras de madeira de *Eucalyptus grandis* Hil Ex. Maiden livres de defeitos foram cortadas com dimensões nominais de 100 x 50 x 10 mm, sendo que 50 mm sempre na direção longitudinal. Essas peças foram condicionadas até atingirem 12% de umidade. A seguir foram lixadas usando seqüência de lixas com granas conforme recomendado nas embalagens dos produtos usados para revestimento. Todas as superfícies das amostras receberam revestimento. Os produtos foram aplicados com pincel sendo que o número e o intervalo entre demãos também foram recomendados pelo fabricante dos produtos empregados. Para cada tratamento foram usados dez corpos de prova, sendo que os resultados apresentados são valores médios. A massa das amostras variou entre 28,00 e 39,00 g, sendo usada uma balança com precisão de 0,01 g.

Os produtos usados foram todos da Renner – SayerLack (Ind. Brasileira). Os seladores base água e base solvente foram Seladora Base Água e a Seladora Concentrada Base Nitrocelulose Para Interiores. O solvente usado na diluição do selador base solvente foi o Thinner Especial DN 4280, também recomendado pelo fabricante. Três tipos de stain foram empregados, o stain leve Impregnante Para Tratamento de Madeiras GT 3956, o stain transparente Polisten Stain Impregnante Transparente TS 3201 00, e o stain pigmentado Polisten Castanheira TS 3201 1404. O verniz usado foi o Verniz Brilhante Base Nitrocelulose Para Interiores, sendo aplicado após o selador base solvente, conforme recomendação das instruções na embalagem do produto.

Após todas as amostras terem sido revestidas e esperado o tempo de secagem dos produtos aplicados as amostras foram pesadas e medidas. A seguir foram colocadas em ambiente com umidade relativa do ar controlada alternado-se a umidade entre 90 e 5% a cada duas semanas. O primeiro ciclo de umidade do ar a que foram expostas foi de 90%. As amostras foram retiradas da câmara de acondicionamento para serem pesadas a intervalos aproximados de dois dias sendo rapidamente recolocadas em ambiente controlado.

O coeficiente de exclusão de umidade (MEE) foi calculado conforme recomendação do Forest Products Laboratory em Madison, EUA (Feist et al. 1985). Esse coeficiente é uma boa indicação da eficiência do tratamento em evitar a adsorção de vapor d'água pela madeira. O MEE foi calculado comparando-se sempre com a madeira sem tratamento. Assim, um tratamento ideal que impeça completamente a adsorção de umidade teria um valor para o coeficiente MEE de 100%. O tratamento que absorva tanto quanto a madeira sem tratamento terá um valor para o coeficiente de 0%. Empregou-se no cálculo do MEE a fórmula:

$$MEE = \frac{U - S}{U} \times 100$$

U - ganho percentual de umidade pela amostra testemunha

S - ganho percentual de umidade pela amostra revestida

3 - Resultados

A Figura 1 mostra o coeficiente de eficiência de exclusão à umidade de amostras de madeira com e sem revestimentos em função do tempo de exposição a ambiente com 90% de umidade relativa do ar. Dentre os revestimentos usados, o verniz apresentou o maior coeficiente de exclusão à umidade, com valores diminuindo de 70 a 40% após 500 horas de exposição a 90% de umidade relativa do ar. Os valores do coeficiente de exclusão à umidade para os demais revestimentos empregados ficaram muito próximos de zero, mostrando não haver diferença significativa para a amostra de madeira não revestida. Até mesmo o selador base solvente absorveu umidade tanto quanto a madeira sem revestimento.

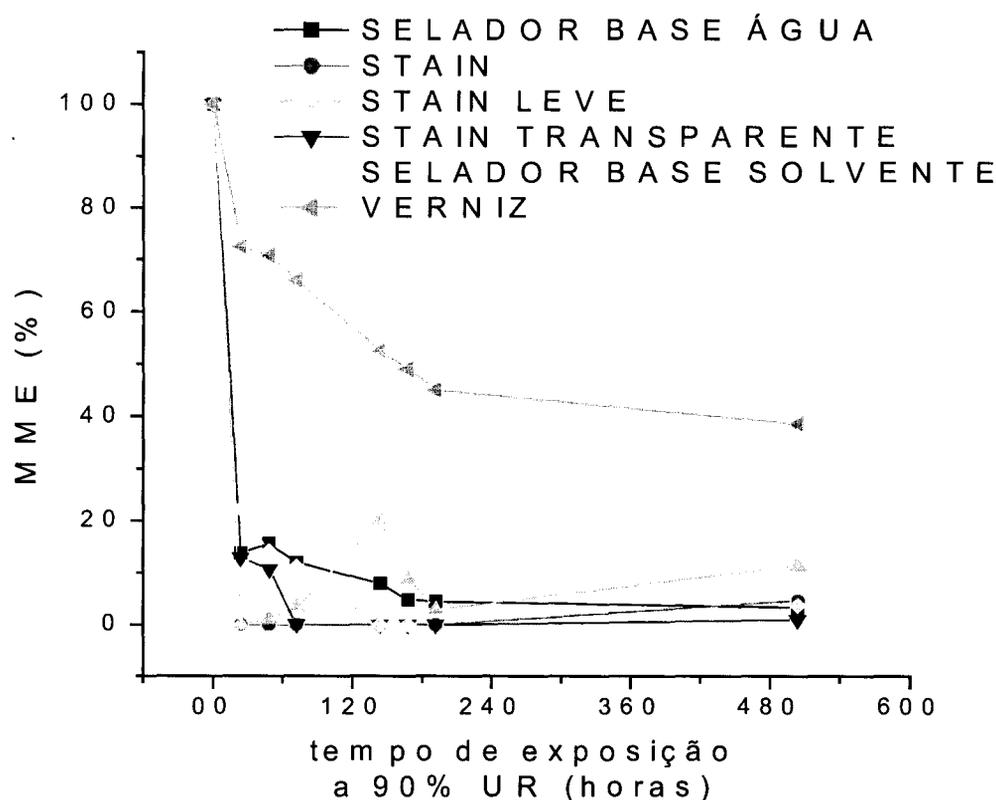


Figura 1 – Eficiência de exclusão de água de amostras de madeira de *Eucalyptus grandis* revestidas com seladores base água e base solvente, verniz e três tipos de stain.

A Figura 2 mostra o ganho percentual de umidade das amostras de madeira com e sem revestimento durante o período inicial com exposição à alta umidade do ar. Pode-se verificar que os diversos revestimentos, à exceção do verniz, apresentaram ganho percentual de umidade bem próximo à da madeira testemunha.

Apesar do acabamento do tipo verniz ter mostrado menor adsorção de vapor d'água, ele não é suficiente para impedir a difusão de umidade para o interior da madeira.

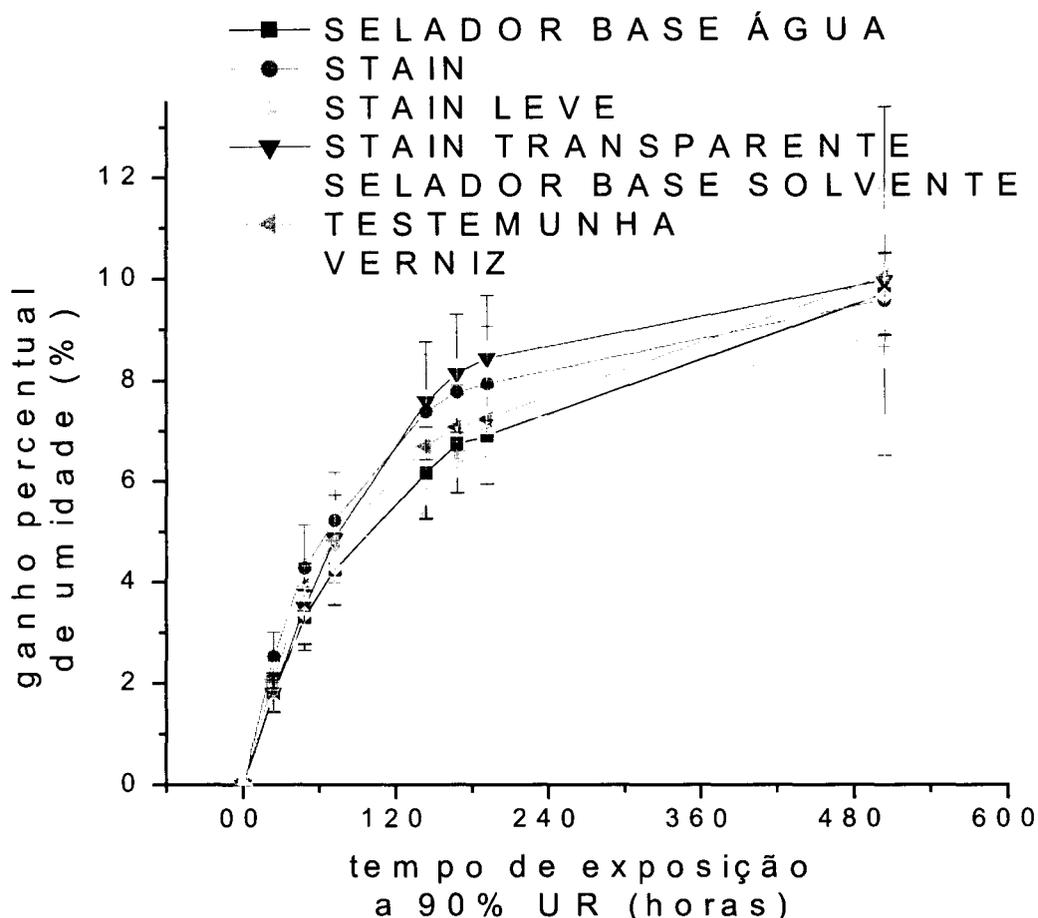


Figura 2 – Ganho percentual de umidade de amostras com e sem revestimento durante exposição a ambiente com 90% de umidade relativa do ar.

A Figura 3 mostra a variação percentual da umidade em amostras de madeira sem revestimento e revestidas com stain e verniz após exposição a ciclos alternados com 5 e 90% de umidade relativa do ar. Os valores para as amostras revestidas com os demais produtos, seladores e stains, não foram incluídos no gráfico para melhorar a sua clareza. Todavia, o comportamento das amostras revestidas com qualquer dos três tipos de stains foram semelhantes entre si. Da mesma forma, os seladores tiveram comportamento parecido ao das amostras testemunhas.

O revestimento do tipo verniz dificulta a adsorção de vapor d'água, em contrapartida também impede a sua saída da madeira durante exposição a ambiente com baixa umidade. Esse comportamento pode ser observado após alguns ciclos alternados de exposição da madeira revestida a ambientes com alta e baixa umidade relativa do ar. Com o passar do tempo a madeira

vai acumulando umidade. As amostras revestidas com os demais produtos, que apresentam baixos valores para o coeficiente de exclusão de umidade, apresentam uma maior amplitude na variação percentual da umidade da madeira. Em contrapartida, não acumulam água no interior da madeira mesmo após a exposição a muitos ciclos alternados em ambientes com baixa e alta umidade relativa do ar.

Os diversos tipos de revestimentos testados não foram capazes de impedir completamente a adsorção de vapor d'água pela madeira. Ou seja, em todos os casos testados, a madeira continua apresentando instabilidade dimensional. Entretanto, o verniz não permite a dessorção de vapor d'água pela madeira, causando um acúmulo de umidade após ciclos alternados de exposição da amostra a ambientes secos e úmidos. Os stains não impedem tanto a adsorção como a dessorção de vapor d'água, não acumulando, dessa forma, água no interior da madeira.

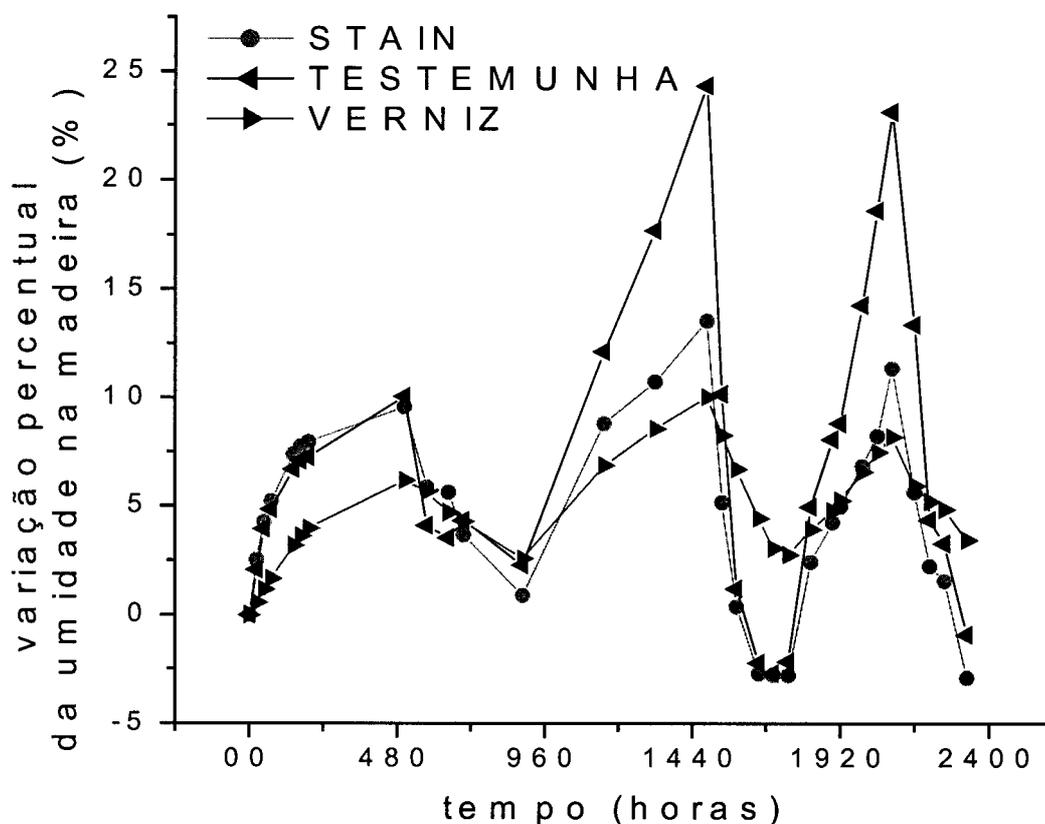


Figura 3 – Variação percentual da umidade de amostras de madeira sem e com revestimento com verniz e stain expostas a ambiente com ciclos alternados de 5% e 90% de umidade relativa do ar.

4 - Conclusões

Amostras de madeira de *Eucalyptus grandis* revestidas com seladores base água e base solvente, verniz e stains leve, transparente e pigmentado, tiveram seus desempenhos testados quanto à adsorção e dessorção de vapor d'água.

O maior valor para o coeficiente de exclusão de umidade, 70%, foi obtido para o produto do tipo verniz.

O verniz impede tanto a adsorção como a dessorção de vapor d'água pela madeira causando acúmulo de umidade após vários ciclos de exposição alternada a ambientes seco e úmido. Os

stains e os seladores não restringem tanto a adsorção como a dessorção de vapor d'água pela madeira.

5 – Agradecimento

Os autores agradecem a Renner – Sayerlack pela gentil doação dos produtos usados nesta pesquisa.

6 - Bibliografia

- EKSTEDT, J. **Influence of coating system composition on moisture dynamic performance of coated wood.** Journal of Coatings Technology, 75(938), p. 27-37, 2003.
- FEIST, W. C.; LITTLE, J. K.; WENNESHEIMER, J. M. **The moisture excluding effectiveness of finishes on wood surfaces.** Res. Pap. FPL 462. Madison, WI: U.S Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory,. 1985. 38 p.
- GOOSSENS, E. L. J.; VAN DER ZANDEN, A. J. J.; WIJEN, H. L. M.; VAN DER SPOEL, W. H. **The measurement of the diffusion coefficient of water in paints and polymers from their swelling by using an interferometric technique.** Progress in Organic Coatings, 48, p. 112-117, 2003.
- PALANTI, S.; BERTI, S.; BECARELLI, S.; MARTENA, F. **A simple testing method for the measurement of the water vapour transmission of coated wood longitudinal and tangential to grain direction.** Holzforschung, 55(3), p. 328-331, 2001.
- SIAU, J. F. **Flow in wood.** Syracuse University Press, Syracuse, New York. 1971.
- WILLIAMS, R. S.; KNAEB, M. T.; FEIST, W. C. **Finishes for exterior wood. Selection, application, and maintenance.** U.S Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, Madison, Wisconsin. 1996.