

## **UMIDADE DE EQUILÍBRIO DA MADEIRA PARA DIFERENTES CONDIÇÕES DE TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA EM CÂMARA DE CLIMATIZAÇÃO**

Paulo Fernando Trugilho, José Tarcísio Lima, Fábio Akira Mori, José Reinaldo Moreira da Silva, Lourival Marin Mendes; Lilian Vilela Andrade Pinto

**RESUMO:** Um dos fatores que garantem a boa aplicação da madeira é a sua secagem adequada. Um móvel fabricado com madeira de elevado conteúdo de umidade, apresentará defeitos, pois ela secará até atingir a umidade de equilíbrio. Quando a madeira seca abaixo do ponto de saturação das fibras, suas dimensões diminuem, como resultado ela pode desencaixar-se, soltar-se, revelar frestas, empenar-se ou rachar-se. Quando umidece, dentro da faixa de água adsorvida, que vai de 0% a 30% de umidade, suas dimensões aumentam, resultando em consequências também negativas para a utilização da madeira. A umidade de equilíbrio da madeira varia com a umidade relativa da atmosfera que a circunda, entre cerne e alburno da mesma espécie, com o teor de extrativos da madeira; sendo afetada também pela temperatura, tensões mecânicas e pela história da exposição da madeira. O objetivo desse trabalho foi determinar a umidade de equilíbrio de espécies madeireiras, para várias condições ambientais simuladas em uma câmara de climatização, elaborando uma tabela de umidade de equilíbrio apropriada. Também comparou-se as umidades de equilíbrio obtidas na câmara com as estimadas pela fórmula de Simpson, para as mesmas condições de temperatura e umidade relativa, assim determinando-se também o erro de estimativa decorrente do emprego da equação. Pelos resultados, constatou-se que a equação de Simpson provoca grandes erros nas estimativas da umidade de equilíbrio para todas as espécies avaliadas, sendo que superestima a umidade nas madeiras de alta densidade e subestima as de baixa densidade.

**Palavras-chave:** Umidade de equilíbrio, câmara de climatização, madeira

## **EQUILIBRIUM MOISTURE CONTENT OF WOOD FOR DIFFERENT CONDITIONS OF TEMPERATURE AND RELATIVE HUMIDITY IN HUMIDITY CHAMBER**

**ABSTRACT:** One of main factors that guarantee the correct application of wood is its appropriate drying. A piece of furniture manufactured with wood with high moisture content, possibly will present defects, since it will dry, until it reach the equilibrium moisture content. When wood dry below fiber saturation point, its dimensions is reduced, and as result it can get loose to crack, to warp or to split. When it get wet inside the interval of water adsorved, which varies from 0% to 30% of moisture, its size is increased, resulting in negative consequences for its use. The equilibrium moisture of the wood varies with the relative humidity of the atmosphere that surrounds it and also between sapwood and heartwood of the same tree species, and with the wood extractives; it is also affected by the temperature, mechanical tensions and for the history of the exhibition of the wood. This research aimed at determining the wood equilibrium moisture content under several environmental conditions simulated in a humidity chamber, making a table of appropriate equilibrium moisture content. This equilibrium moisture content was also compared with the one obtained with Simpson's equation, for the same temperature conditions and relative humidity, to determine the error. The use of Simpson's equation caused meaningful error in the estimates of equilibrium moisture content for all tree species, overestimating and underestimating the equilibrium moisture content of high density wood and of low density wood, respectively.

**Key words:** Equilibrium moisture content, humidity chamber, tree species

## 1. INTRODUÇÃO

Quando uma árvore recém abatida é exposta ao meio, inicialmente evapora-se a água localizada nos canais de transporte, no lúmen e espaços intracelulares. Esta água é denominada de água livre ou de capilaridade. Permanece na madeira toda água localizada no interior das paredes celulares dos tecidos, que é denominada de água adsorvida, de adesão ou higroscópica. A umidade correspondente a este estado é chamada de ponto de saturação das fibras. Quando se alteram as condições de temperatura e umidade relativa do meio, o conteúdo de umidade da madeira vai sendo alterado devido a uma propriedade denominada de higroscopicidade, ou seja, a capacidade que a madeira tem de trocar água para o meio dependendo das condições ambientais.

Sabe-se que as condições ambientais ao variar, afetam a umidade de equilíbrio da madeira (UE). Este ponto é onde a madeira praticamente cessa a troca de água com o meio.

A umidade de equilíbrio é afetada por fatores intrínsecos da madeira, dentre eles a constituição química, a estrutura anatômica, e pela história de sua exposição às condições ambientais.

Quando a umidade da madeira encontra-se abaixo do ponto de saturação das fibras é que ocorre a variação dimensional, expandindo-se ou contraindo-se. Dependendo da intensidade da movimentação da peça, que também varia com o diferencial de secagem ou umidecimento e com a espécie em questão, o objeto produzido com esta madeira poderá apresentar defeitos extremamente graves, como empenamentos, rachaduras, além dos já mencionados encolhimentos e dilatações. Por isso, é desejável que a secagem seja efetuada o mais próximo possível de sua UE média anual.

O objetivo do presente trabalho será determinar a umidade de equilíbrio de madeiras comerciais mais utilizadas no Brasil, para várias condições ambientais simuladas em câmara de climatização, elaborando uma tabela de umidade de equilíbrio apropriada. Além disso, será feita uma comparação entre as umidades de equilíbrio obtidas na câmara com aquelas estimadas pela fórmula de Simpson, para as mesmas condições de temperatura e umidade relativa, possibilitando-se assim a verificação do erro de estimativa causado pela equação.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

Um dos principais fatores que garantem a boa aplicação da madeira é a sua secagem adequada. Um móvel, ou qualquer item, fabricado de madeira com elevado conteúdo de umidade (madeira verde), provavelmente apresentará defeitos durante sua utilização, uma vez que perderá água, até que seja atingida sua umidade de equilíbrio, que é quando sua umidade se estabiliza, deixando de trocar água com a atmosfera onde se encontra (USDA, 1955).

Quando a madeira seca, principalmente, abaixo do ponto de saturação das fibras, que segundo KOLLMANN e COTÉ (1968) está em torno de 30% de umidade, suas dimensões diminuem, e como resultado, ela pode desencaixar-se, soltar-se, revelar frestas, empenar-se ou rachar-se. Quando ela umidece dentro da faixa de água adsorvida, que vai de 0% a 30% de umidade, suas dimensões aumentam, resultando no acréscimo das dimensões da peça, com conseqüências, da mesma forma negativas.

A umidade de equilíbrio da madeira varia com a umidade relativa da atmosfera que a circunda e também entre diferentes espécies de madeira, entre cerne e alburno da mesma espécie, e com o teor de extrativos da madeira; sendo afetada também pela temperatura, tensões mecânicas e pela história da exposição da madeira (SKAAR, 1972).

SIMPSON (1971) desenvolveu uma equação baseando-se na teoria da sorção de Hailwood & Horrobin apresentada em 1946 que considera um sistema polímero-água como sendo uma solução, e tem sido usada em estudos fundamentais do sistema madeira-água. No