



Termorretificação e características físicas de madeira nativa do sul do Piauí

Daiane de Moura Borges Maria¹; Marcelo Xisto Ribeiro²; Heloíse Rodrigues Alves de Sá¹; Ramon de Sousa Leite³; Felipe Silva Amorim²; Wallace de Sousa Leite⁴

¹Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia da Madeira / Universidade Federal de Lavras; ²Universidade Federal do Piauí – Campus Professora Cinobelina Elvas; ³Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais / Universidade Estadual do Centro Oeste – Paraná; ⁴Instituto Federal do Piauí – Campus Uruçuí

RESUMO: Objetivou-se avaliar as principais propriedades físicas da madeira de *Amburana cearensis*, submetida a diferentes tempos de termorretificação. As amostras foram tratadas termicamente a partir de saturação em autoclave, tendo como variável o tempo a uma umidade de 100%. Logo após foram saturadas em água até estabilizar e acondicionadas em um local aberto, colocadas em um recipiente com solução de sulfato de zinco e vedado, com umidade relativa do ar de 90% e secas em estufa. Foi analisado o TUE na condição de 65% de umidade (sala de climatização) e de 90% de umidade (cuba de acrílico). O TUE na condição de 65% foi satisfatório em relação ao tratamento com 3h e na condição de 90% de umidade foi satisfatório aos tratamentos com 3h e 4h, pois obtiveram maior redução da higroscopicidade. O tratamento com 3h de termorretificação apresentou o maior percentual de perda de massa total, densidade aparente e básica.

Palavras-chave: *Amburana cearensis*, umidade da madeira, higroscopicidade.

Termorretification and physical characteristics of southern native wood of Piauí

ABSTRACT: The objective was to evaluate the main physical properties of the wood of *Amburana cearensis*, submitted to different times of thermortification. The samples were thermally treated from saturation in autoclave, the time variable being at a humidity of 100%. Soon after, they were saturated in water until stabilized and conditioned in an open place, placed in a container with zinc sulphate solution and sealed, with 90% relative humidity and oven dried. The TUE was analyzed in the condition of 65% humidity (air conditioning room) and 90% humidity (acrylic tank). The TUE in the condition of 65% was satisfactory in relation to the treatment with 3h and in the condition of 90% of humidity was satisfactory to the treatments with 3h and 4h, since they obtained greater reduction of hygrosopicity. The treatment with 3h of thermortification showed the highest percentage of loss of total mass, apparent and basic density.

Keywords: *Amburana cearensis*, wood moisture, hygrosopicity.

1. INTRODUÇÃO

A madeira de *Amburana cearensis* (Freire Allemão) A. C. Smith, é muito utilizada no estado do Piauí especialmente na indústria moveleira, porém essa madeira apresenta uma retratilidade e durabilidade baixa comparada com outras espécies, sendo assim necessário o estudo de técnicas que melhorem tais propriedades para ampliação de seu uso.

Para Modes (2010), o tratamento térmico é um dos processos de alteração da madeira, que tende a melhorar suas propriedades físicas somente com o uso de calor, é conhecido como um dos métodos mais antigos, por se referir à diminuição da higroscopicidade, aumento da estabilidade

dimensional e resistência biológica da madeira. O processo de alteração térmica tem evoluído em termos comerciais nos últimos anos, devido principalmente ao baixo custo.

Silva (2012) relata que a madeira apresenta melhorias na estabilidade dimensional, propriedades de molhabilidade, ligação com adesivos hidrofóbicos, resistência contra intempéries e contra a demanda biológica. O mesmo autor observa também a diminuição no teor da umidade de equilíbrio e nas propriedades de inchamento.

De acordo com Motta et al., (2013) o tratamento térmico da madeira tem sido aplicado propondo-se à melhoria nas suas propriedades. Entre elas, as principais são ampliação à resistência aos ataques de organismos xilófagos, ampliação à estabilidade dimensional, diminuição da higroscopicidade e redução das propriedades mecânicas. Diante disso, o trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar as principais propriedades físicas da madeira de *Amburana cearensis*, submetida a diferentes tempos de termorreificação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Plano experimental

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 5 tratamentos e 4 repetições, totalizando assim, 20 amostras de *Amburana cearensis*. Os corpos de prova foram adquiridos de uma marcenaria localizada no município de Corrente, ao sul do estado do Piauí. Contendo as dimensões 2 x 2 x 2 cm, as amostras ou corpos de prova foram colocadas em sacos plásticos escuros para proteção contra a luz e perdas de umidade durante o transporte até os Laboratórios de Biociências e de Tecnologia de Produtos Florestais, da Universidade Federal do Piauí, Campus Professora Cinobelina Elvas, localizada na cidade de Bom Jesus-PI.

2.2. Tratamento térmico das amostras

As amostras foram tratadas termicamente a partir de saturação em autoclave a uma temperatura constante de $120^{\circ}\text{C} \pm 5$, utilizando-se diferentes tempos, sendo eles: 0 h (referência), 1 h, 2 h, 3 h e 4 h, a uma umidade de 100%. Os corpos de prova foram colocados em um suporte metálico, não entrando em contato direto com a água do fundo da autoclave.

2.3. Resfriamento, pesagem, dimensões e saturação das amostras.

Após o término do tratamento térmico, o resfriamento foi efetuado com abertura da tampa da autoclave em temperatura próxima a 100°C , posteriormente, foram pesadas em uma balança analítica com precisão de 0,001 g, medidas com paquímetro digital, para verificar as possíveis modificações ocorridas nas mesmas, saturadas em água até estabilizar, fazendo-se pesagens e

medições das dimensões periodicamente para os mesmos fins citados anteriormente e em seguida acondicionados em um local aberto visualizando-se a redução ou não da higroscopicidade da madeira, fazendo-se novas pesagens até haver estabilização no peso das mesmas.

2.4. Ambiente hermeticamente fechado

Após saturação as amostras foram colocadas em um recipiente hermeticamente vedado, com umidade relativa do ar de 90%, foi inserido uma solução saturada de sulfato de zinco objetivando a estabilização do meio. Os corpos-de-prova foram separados da solução por um suporte perfurado de plástico, de modo que as amostras ficassem na parte superior e a solução na parte inferior.

A temperatura do laboratório no qual permaneceu o recipiente foi mantida a 20°C por um aparelho de ar condicionado. A massa e dimensões das amostras foram monitoradas até tornarem-se constantes.

2.5. Secagem das amostras

Após a estabilização da umidade no recipiente, as amostras foram secas em estufa a 103°C ± 2., logo após foram postas em estufa com temperatura de 103°C ± 2, até massa constante. O teor de umidade de equilíbrio na condição de 65% de umidade foi determinado de acordo com a equação 1:

(Equação 1)

Em que:

TUE (%): teor de umidade de equilíbrio na condição de 65% de umidade;

M1: Massa úmida após estabilização na condição de 65% de umidade (sala de climatização) em g;

MS: massa seca em estufa em g;

O teor de umidade de equilíbrio na condição de 90% de umidade foi determinado de acordo com a equação 2:

(Equação 2)

Em que:

TUE (%): teor de umidade de equilíbrio na condição de 90% de umidade;

M2: Massa úmida após estabilização na condição de 90% de umidade (recipiente de plástico hermeticamente vedado) em g;

MS: massa seca em estufa em g;

O percentual de perda de massa total foi determinado por meio da razão entre a massa perdida durante o experimento e a massa inicial das amostras antes da aplicação dos tratamentos em autoclave multiplicado por 100. A massa perdida foi obtida pela diferença entre a massa inicial das

amostras antes da aplicação dos tratamentos em autoclave e a massa seca em estufa. O percentual de perda de massa foi determinado de acordo com a equação 3:

(Equação 3)

Em que:

PM (%): percentual de perda de massa total durante o experimento;

MP: massa perdida durante o experimento, em g;

Mi: massa inicial das amostras antes da aplicação dos tratamentos em autoclave em g.

A densidade aparente foi determinada por meio da razão entre a massa e o volume da madeira em g cm^{-3} , quando as amostras atingiram a massa constante e umidade de equilíbrio na condição de 65% de umidade (sala de climatização). Para isso, o volume foi determinado por meio das dimensões das amostras tomadas com paquímetro digital (0,01 mm de precisão) e a massa em balança digital com precisão de 0,001g. A densidade aparente foi determinada de acordo com a equação 4:

(Equação 4)

Em que:

DA: densidade aparente em g cm^{-3} ;

M1: massa constante na condição de 65% de umidade (sala de climatização), em g;

V1: volume obtido quando a massa se encontrava constante na condição de 65% de umidade (sala de climatização), em cm^3 .

A densidade básica foi determinada por meio da razão entre a massa seca e o volume saturado das amostras. O volume saturado das amostras foi determinado após a imersão das amostras em água, quando atingiram massa constante, por meio das dimensões das amostras tomadas com paquímetro digital (0,01 mm de precisão). Para a obtenção da massa seca os corpos de prova foram postos em estufa com temperatura de $103 \pm 2^\circ\text{C}$, até massa constante. A densidade básica foi determinada de acordo com a equação 5:

(Equação 5)

Em que:

DB: densidade básica, em g cm^{-3} ;

MS: massa seca em estufa, em g;

VS: volume saturado após imersão em água, em cm^3 .

3. RESULTADOS

Na tabela 1 são apresentadas as análises de variância dos teores de umidade de equilíbrio (TUE) a 65% e 90% de umidade, da perda de massa (PM) e densidade aparente (DA, g/cm^3) e básica (DB,

g/cm³) da madeira.

Tabela 1 - Resumo das análises de variância da madeira de *Amburana cearensis*.

| FV | GL | Quadrado Médio | | | | |
|-------|----|----------------|-----------|-----------|----------|----------|
| | | TUE a 65% | TUE a 90% | PM (%) | DA | DB |
| Trat. | 4 | 0,5090** | 76,8146** | 80,2695** | 0,0058** | 0,0019** |
| Erro | 15 | 0,0509 | 15,4146 | 0,1491 | 0,0005 | 0,0003 |
| Média | | 8,66 | 40,66 | 14,01 | 0,421 | 0,344 |
| CVe | | 2,6 | 9,65 | 2,75 | 5,38 | 5,51 |

FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; CVe: coeficiente de variação experimental (%); **: significativo a 1% de probabilidade pelo Teste F.

Os valores dos teores de umidade de equilíbrio (TUE) a 65% e 90% de umidade, da perda de massa (PM) e densidade aparente (DA, g/cm³) e básica (DB, g/cm³) da madeira estão apresentados na tabela 2.

Tabela 2: Valores das principais propriedades físicas da madeira de *Amburana cearensis*.

| Tempo | TUE a 65% | TUE a 90% | PM (%) | DA | DB |
|------------|-----------|-----------|---------|---------|----------|
| Referência | 8,96 a | 47,53 a | 12,39 b | 0,455 a | 0,372 a |
| 1 | 8,78 a | 41,54 ab | 10,35 c | 0,442 a | 0,359 ab |
| 2 | 8,75 a | 40,52 ab | 12,61 b | 0,438 a | 0,343 ab |
| 3 | 8,04 b | 36,87 b | 21,82 a | 0,359 b | 0,320 b |
| 4 | 8,79 a | 36,86 b | 12,89 b | 0,409 a | 0,324 b |
| DMS | 0,49 | 8,57 | 0,84 | 0,049 | 0,041 |

As correlações lineares entre as principais propriedades físicas das amostras de madeira estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Correlação simples entre os teores de umidade de equilíbrio (TUE) a 65% e 90% de umidade, a perda de massa (PM) e densidade aparente (DA, g/cm³) e básica (DB, g/cm³) da madeira.

| Variáveis | TUE a 65% | PM | DA | DB |
|-----------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
| TUE a 90% | 0,639 ^{ns} | -0,503 ^{ns} | 0,788 ^{ns} | 0,974** |
| TUE a 65% | | -0,938* | 0,925* | 0,687 ^{ns} |
| PM | | | -0,909* | -0,624 ^{ns} |
| DA | | | | 0,858 ^{ns} |

* e ** Significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente pelo teste t.

4. DISCUSSÃO

Nesse trabalho, houve pouco escurecimento das amostras submetidas ao tratamento. As análises de variância revelam que o efeito do tempo (tratamento) foi significativo a 1% de probabilidade pelo teste F, para os teores de umidade de equilíbrio nas condições de 65% e 90% de umidade, perda de massa, densidade aparente e básica (Tabela 1). Entre as características analisadas, o teor de umidade de equilíbrio na condição de 90% de umidade apresentou o maior

coeficiente de variação experimental (9,65%), enquanto o teor de umidade de equilíbrio na condição de 65% de umidade apresentou o menor coeficiente de variação experimental (2,6%).

Na tabela 2 encontram-se as médias dos teores de umidade de equilíbrio nas condições de 65% de umidade (sala de climatização) e 90% de umidade (cuba de acrílico), do percentual de perda de massa e densidade aparente e básica dos tratamentos e os resultados do teste de Tukey aplicado entre as médias dos tratamentos (referência, uma hora, duas horas, três horas e quatro horas).

5. CONCLUSÕES

O teor de umidade de equilíbrio na condição de 65% foi satisfatório em relação ao tratamento com 3h e na condição de 90% de umidade foi satisfatório aos tratamentos com 3h e 4h, pois obtiveram maior redução da higroscopicidade. O tratamento com 3h de termorretificação apresentou o maior percentual de perda de massa total, maior densidade aparente e básica.

6. AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal do Piauí, a Universidade Federal de Lavras, a FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais), ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoa de Nível Superior).

7. REFERÊNCIAS

Modes KS. Efeito da retificação térmica nas propriedades físico- mecânicas e biológica das madeiras de *Pinus taeda* e *Eucalyptus grandis*. 2010. 99p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 2010.

Silva MR. Efeito do tratamento térmico nas propriedades químicas, físicas e mecânicas em elementos estruturais de *Eucalypto citriodora* e *Pinus taeda*. 2012. 223p. Tese (doutorado) - Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, 2012.

Motta JP, Alves RC, Paes JB. Efeito do tratamento térmico na resistência à flexão estática da madeira de *Tectona grandis* L.f. Construindo, v. 5, n. 2, 2013.