

## VARIAÇÕES DA UMIDADE DE RESÍDUOS DE MADEIRA EM CONDIÇÕES NATURAIS PARA FINS BIOENERGÉTICOS

Thayane Duarte Costa<sup>1</sup>; Fernanda Yukari de Souza Sakuma<sup>1</sup>; Juliana Livian Lima de Abreu<sup>1</sup>; Marcela Gomes da Silva<sup>1</sup>; Thiago de Paula Protásio<sup>2</sup>; Lina Bufalino<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Tecnologia de Produtos Florestais, Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Belém/PA, Brasil.

<sup>2</sup>Campus Parauapebas, Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Parauapebas/PA, Brasil.

\*e-mail do autor correspondente: linabufalino1@gmail.com

**Resumo:** A geração de resíduos de biomassa madeireiros e não madeireiros vem sendo bastante discutida devido aos problemas ambientais que causam. Portanto, o objetivo deste trabalho foi analisar as variações de umidade e a secagem da madeira em condições naturais visando sua utilização para bioenergia. Os resíduos de duas espécies madeireiras, muiracatiara e pau-roxo, foram coletados em uma serraria localizada no município de Bujaru/PA. Para a determinação da umidade dos resíduos foi utilizada a NBR 14929. Os resíduos foram armazenados por 30 dias em dois diferentes ambientes, interno e externo ao laboratório para a secagem natural e pesados diariamente para a geração da curva de secagem. As espécies madeireiras estavam com diferentes umidades no início do experimento, sendo a muiracatiara com umidade inferior à do pau roxo. No entanto, as madeiras já estavam com umidade abaixo de 20%. A alta variação da umidade relativa no ambiente externo é a responsável por sobrepor as características das espécies quanto à absorção de água. O oposto foi observado no ambiente interno, onde as características das espécies foram mais relevantes. Concluiu-se que as espécies de madeira apresentam padrões de variação de umidade mais similares em ambiente externo do que interno.

**Palavras-chave:** Secagem; Muiracatiara; Pau Roxo

## VARIATIONS IN THE MOISTURE OF WOOD WASTE UNDER NATURAL CONDITIONS FOR BIOENERGY PURPOSES

**Abstract:** The generation of wood and non-wood biomass residues has been widely discussed due to the environmental problems they cause. Therefore, the objective of this work was to analyze the variations of humidity and the drying of the wood under natural conditions aiming its use for bioenergy. The residues of two wood species, muiracatiara and pau roxo, were collected in a sawmill located in the municipality of Bujaru/PA. NBR 14929 was used to determine the moisture content of the residues. The residues were stored for 30 days in two different environments, internal and external to the laboratory for natural drying, and weighed daily to generate the drying curve. The wood species had different humidity levels at the beginning of the experiment, with muiracatiara with lower humidity than pau roxo. However, the woods already had moisture below 20%. The high variation of relative humidity in the external environment is responsible for superimposing the characteristics of the species in terms of water absorption. The opposite was observed in the indoor environment, where the characteristics of the species were more relevant. It was concluded that the wood species present more similar patterns of humidity variation in the external environment than in the internal environment.

**Keywords:** Drying; Muiracatiara; Pau Roxo

## **1. INTRODUÇÃO**

A geração de resíduos de biomassa, tanto de produtos madeireiros como não madeireiros, vem sendo bastante discutida. Há uma grande produção desses tipos de resíduos o ano todo, que na maioria das vezes não são aproveitados e acabam poluindo o meio ambiente durante a sua decomposição, emitindo gases de efeito estufa.

Em relação aos resíduos madeireiros, estima-se que do volume total de uma árvore são aproveitados apenas 40% a 60% no processamento industrial da tora [1]. O volume que sobra dessa árvore se transforma em resíduos que geralmente não são aproveitados e acabam se transformando em poluentes ambientais, ainda que existam diferentes opções para seu aproveitamento como, a geração de energia pela queima direta ou a transformação dos resíduos em briquetes, pellets ou carvão vegetal [2].

No estado do Pará, o número de empresas do setor de base florestal é de cerca de 1.067, que abrange empresas que realizam desde o processamento inicial (serrarias) até as beneficiadoras e movelarias [3]. As espécies vernaculamente conhecidas como muiracatiara e o pau roxo estão entre as mais comercializadas nas indústrias madeireiras no estado do Pará [1]. O poder calorífico da madeira, que consiste na quantidade de calor liberadas na combustão completa, pode ser negativamente influenciado por altas umidades. A secagem da madeira aumenta a quantidade de energia aproveitável durante a queima [4].

Este trabalho teve por objetivo analisar as variações de umidade e a secagem de resíduos de madeira em condições naturais visando sua utilização para bioenergia.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Caracterização da área de estudo**

Os resíduos de madeiras foram coletados em uma serraria localizada no município de Bujaru, mesorregião metropolitana de Belém e microrregião de Castanhal. Foram obtidas amostras de duas espécies, muiracatiara (M) e pau roxo (PR), que estavam disponíveis no pátio de estocagem durante a coleta.

A região metropolitana de Belém possui clima tropical, do tipo Af segundo a classificação de Köppen e Geiger, com temperatura média anual de 26,8 °C e pluviosidade média de 2.537mm.

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Tecnologia de Produtos Florestais (LTPF) da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), localizada na avenida Tancredo Neves, no bairro da Terra Firme em Belém, Pará.

### **2.2 Determinação da umidade de amostras determinadoras e controladoras dos resíduos de madeira**

De cada espécie, foram selecionadas vinte e cinco repetições, das quais cinco foram utilizadas para determinar a umidade inicial e vinte ficaram expostas a diferentes ambientes, interno e externo ao laboratório. A umidade inicial foi determinada seguindo a NBR 14929 da Associação Brasileira de Normas Técnicas [5]. As amostras que estavam expostas, foram pesadas em balança de precisão 0,01g durante 30 dias consecutivos no período de novembro a dezembro de 2018.

### 2.3 Determinação da densidade básica dos resíduos de madeira

Foram selecionadas dez repetições de cada amostra que foram imersas em água durante 34 dias até atingirem saturação completa para obtenção do volume pelo princípio de Arquimedes. Posteriormente, as amostras foram secas em estufa a  $100 \pm 5^\circ\text{C}$  até 0% de umidade e pesadas em balança de precisão 0,01 g.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resíduos de madeira não apresentaram variação da umidade no 1º dia tanto entre espécies como entre ambientes. No 15º e 30º dia ocorreu uma alta variação de umidade entre máxima e mínima para a madeira de pau roxo, sendo 10% e 10,38% respectivamente no ambiente interno, e de 5,39% e 5,46% para o ambiente externo (Figura 1).

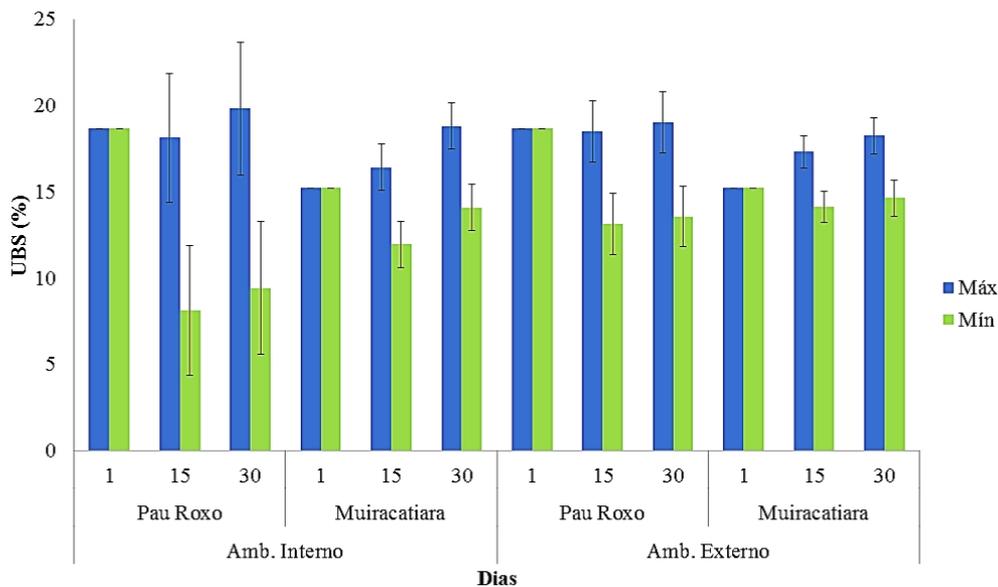


Figura 1: Valores máximos, mínimos e desvio padrão das médias de umidade do resíduo da madeira em diferentes ambientes

As espécies iniciaram com diferentes umidades (Figura 2), sendo a muiracatiara com umidade inferior à do pau roxo, porém as madeiras já estavam com umidade abaixo de 20%, valor recomendado para que ocorra o processo de combustão, de acordo com o descrito por [6]

A madeira de pau roxo perde umidade nos primeiros dias, entretanto com o passar dos dias ambas espécies no ambiente externo tendem a acompanhar a UEH, devido às mudanças ocorridas nas variáveis climatológicas umidade relativa do ar e temperatura do ar.

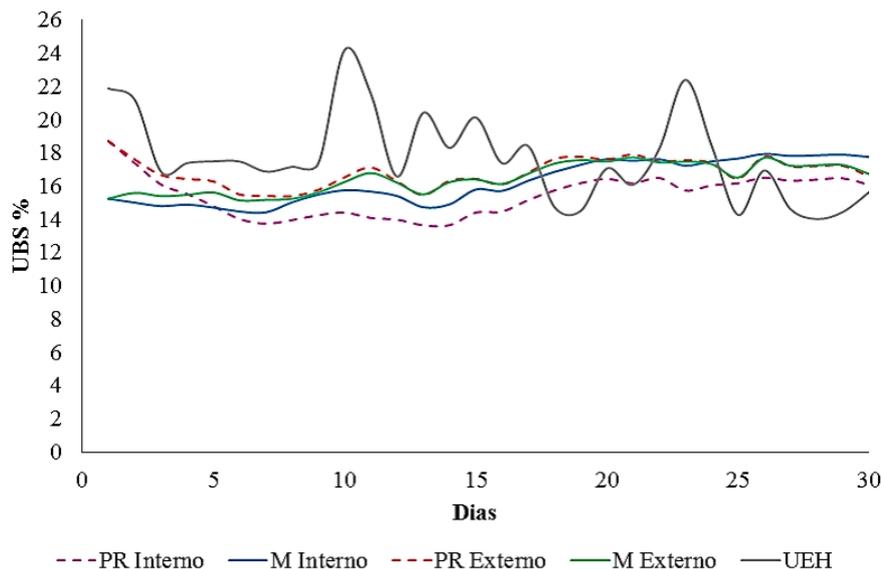


Figura 2: Variação da umidade de resíduos madeiros em diferentes ambientes, interno e externo ao laboratório

Além das condições climáticas, outros fatores influenciam a umidade de equilíbrio: espécies, tipos de madeira, teor de extrativos, diferença entre cerne e alburno da mesma espécie, composição química, histórico de exposição, tensões mecânicas e radiação solar [7;8]. A UEH média anual encontrada no presente estudo para o município de Belém foi de 18,04%, valor próximo ao encontrado por [9] de 18,8%.

A madeira de muiracatiara permanece com umidade similar tanto no ambiente interno como no externo, diferente da madeira de pau roxo que indicou maior variação de umidade entre os ambientes. A alta variação da umidade no ambiente externo é a responsável por sobrepor as características das espécies quanto a absorção de água, diferentemente do ambiente interno, onde essa variação ocorre de maneira uniforme, fazendo com que as características das espécies sejam mais relevantes.

O valor médio de densidade básica encontrado neste estudo para madeira de muiracatiara foi de 0,80 g cm<sup>-3</sup>, Valor próximo ao encontrado por [10;11] de 0,84 g cm<sup>-3</sup> e 0,81 g cm<sup>-3</sup>, respectivamente. Já para a madeira de pau roxo o valor médio de densidade básica encontrada foi de 0,76 g cm<sup>-3</sup>. Valor próximo ao encontrado per [11] de 0,74 g cm<sup>-3</sup>.

As espécies supracitadas são consideradas madeiras de média à alta densidade de acordo com um estudo realizado por [12] envolvendo nove espécies comerciais amazônicas.

#### 4. CONCLUSÃO

A exposição da madeira de muiracatiara nos dois ambientes não influenciou substancialmente na variação de umidade no espaço de tempo estudado (30 dias de análise);

O ambiente influenciou substancialmente a variação da umidade da madeira pau-roxo até aproximadamente 26º dia;

No processo de secagem natural das madeiras, o ambiente externo supera as diferenças nas características das espécies devido a maior influência do meio, fazendo com que ambas apresentem curvas similares, diferentemente do ambiente interno, onde as características das espécies são mais relevantes, apresentando maiores variações no comportamento das curvas de secagem;

A umidade da madeira varia menos intensamente do que a UEH considerando umidade relativa e temperatura do ambiente.

## 5. REFERÊNCIAS

- [1] GOMES, J. I.; SAMPAIO, S. S. Aproveitamento de resíduos de madeira em três empresas madeireiras do Estado do Pará. Belém: **EMBRAPA** - Comunicado Técnico, 102, 2004. 5 p.
- [2] MOUTINHO, V. H. P.; ROCHA, J. J. M.; AMARAL, E. P.; SANTANA, L. G. M.; ÁGUIAR, O. J. R. Propriedades Químicas e Energéticas de Madeiras Amazônicas do Segundo Ciclo de Corte. **Floresta e Ambiente**. v. 23, n. 3, p. 1-7, 2016.
- [3] RAMOS, W. F.; RUIVO, M. L. P.; SOUSA, L. M. Análise do aspecto produtivo das indústrias madeireiras de processamento primário da região metropolitana de Belém. **Enciclopédia Biosfera**, v. 13, n. 24, p. 49, 2016.
- [4] LIMA, E. A.; ABDALA, E. M.; WENZEL, A. A. Influência da umidade no poder calorífico superior da madeira. Colombo: **EMBRAPA** - Comunicado Técnico, 220, 2008. 3 p.
- [5] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 14929: determinação do teor de umidade. Rio de Janeiro, 2003.
- [6] GONÇALVES, J. E.; SARTORI, M. M. P.; LEÃO, A. L. Energia de briquetes produzidos com rejeitos de resíduos sólidos urbanos e madeira de *Eucalyptus grandis*. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 13, n. 5, p. 657-661, 2009.
- [7] GALVÃO, A. P. M.; JANKOWSKY, I. P. **Secagem racional da madeira**. São Paulo: Nobel, 1985. 111 p.
- [8] FIORESI, T.; PIROCA, S.; COSTA, H. W. D.; TREVISAN, R.; FORTES, F. de O.; GATTO, D. A. Umidade de equilíbrio da madeira na região Norte do Rio Grande do Sul em diferentes estações do ano. **Revista Ciência da Madeira (Brazilian Journal of Wood Science)**, v. 5, n. 1, p. 10-12953/2177-6830, 2014.
- [9] GALVÃO, A. P. M. Estimativas da umidade de equilíbrio da madeira em diferentes cidades do Brasil. **Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais - IPEF**, n. 11, p. 53-65, 1975.
- [10] ELEOTÉRIO, J. R.; SILVA, C. M. K. Comparação de programas de secagem para cumaru (*Dipteryx odorata*), jatobá (*Hymenaea* spp) e muiracatiara (*Astronium lecointei*) obtidos por diferentes métodos. **Scientia Forestalis**, v. 40, n. 96, p. 537-545, 2012.
- [11] INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT. Informações sobre madeiras. IPT, 2018. [Citado em 2018 dez. 02]. Disponível em: <[http://www.ipt.br/consultas\\_online/informacoes\\_sobre\\_madeira](http://www.ipt.br/consultas_online/informacoes_sobre_madeira)>.
- [12] SILVEIRA, L. H. C.; REZENDE, A. V.; DO VALE, A. T. Teor de umidade e densidade básica da madeira de nove espécies comerciais amazônicas. **Acta Amazonica**, v. 43, n. 2, p. 179-184, 2013.



**VCBCTEM**

CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA  
E TECNOLOGIA DA MADEIRA