

## SECAGEM AO AR LIVRE DA MADEIRA DE *Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl. (CASTANHEIRA)

### OUTDOOR DRYING OF THE WOOD OF *Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl. (CHESTNUT TREE)

Carolline Lopes dos Santos<sup>1</sup>, Clívia Suelem Feitosa de Araújo<sup>2</sup>, Jainara Santos Jansen<sup>3</sup>,  
Willian Santos Paiva<sup>4</sup>, Thiago de Paula Protásio<sup>5</sup>, Selma Lopes Goulart<sup>6</sup>

<sup>1, 2, 3, 4, 5, 6</sup> Universidade Federal Rural da Amazônia, Parauapebas, Pará, Brasil –  
[carol.santos7@hotmail.com](mailto:carol.santos7@hotmail.com), [cliviasuelem.1@gmail.com](mailto:cliviasuelem.1@gmail.com), [jainaraj6@gmail.com](mailto:jainaraj6@gmail.com),  
[willianpaiva7@hotmail.com](mailto:willianpaiva7@hotmail.com), [Thiago.protasio@ufra.edu.br](mailto:Thiago.protasio@ufra.edu.br) & [selma.goulart@ufra.edu.br](mailto:selma.goulart@ufra.edu.br)

#### RESUMO

Dentre as etapas envolvidas no processo de beneficiamento da madeira, a secagem pode ser destacada como de suma relevância. O objetivo deste trabalho foi avaliar a secagem ao ar livre de tábuas de castanheira (*Bertholletia excelsa*) e analisar os defeitos resultantes desse procedimento. Foram construídas duas pilhas de secagem; uma com tábuas de espessura de 25 mm (pilha 1) e outra com espessura de 30 mm (pilha 2). As peças de madeira foram avaliadas ao longo de 100 dias. As amostras controladoras de umidade foram pesadas diariamente. A perda de água constatada para a espécie em questão, foi lenta, com taxa de secagem concentrada em 0,01% por dia. Quanto aos defeitos, 97,22% das tábuas da pilha I apresentaram encurvamento, enquanto na pilha II, foram 91,11% delas. O percentual de encanoamento e arqueamento foram baixos na pilha I, mas se sobressaíram na pilha II, sendo de 22,22% e 15,56%, respectivamente. Mesmo com perdas de umidade significativas nos primeiros 35 dias, a secagem não foi completamente eficiente, possivelmente pela intensidade pluviométrica durante o estudo, a qual acarretou ganho de umidade pelas peças de madeira.

**PALAVRAS-CHAVE:** Defeitos, Perda de água, Pilhas, Tábuas.

#### ABSTRACT

Among the steps involved in the wood processing process, drying can be highlighted as being of paramount importance. The objective of this work was to evaluate the open air drying of chestnut (*Bertholletia excelsa*) planks and to analyze the defects resulting from this procedure. Two drying piles were built: one with 25 mm thick boards (pile 1) and the other 30 mm thick (pile 2). The wooden pieces were evaluated over 100 days. Moisture controlling samples were weighed daily. The water loss observed for the species in question was slow, with a drying rate concentrated at 0.01% per day. As for defects, 97.22% of the boards in pile I presented buckling, while in pile II, 91.11% of them were. The percentage of plumbing and bowing were low in pile I, but stood out in pile II, being 22.22% and 15.56%, respectively. Even with significant moisture losses in the first 35 days, drying was not completely efficient, possibly due to the rainfall intensity during the study, which resulted in moisture gain by the wooden pieces.

**KEYWORDS:** Defects, Water loss, Batteries, Board.

## INTRODUÇÃO

A madeira é um material biológico heterogêneo com aplicabilidade abrangente na sociedade, sendo dotada de diversas características físicas, químicas e mecânicas. Dentre as quais a higroscopia, a qual diz respeito à capacidade da madeira de perder ou ganhar umidade de acordo com os estímulos de temperatura e umidade do meio no qual está presente; e a anisotropia, a qual faz menção aos diferentes comportamentos que os planos tangencial, radial e longitudinal do lenho podem manifestar em resposta a esforços sofridos; são as de relação mais significativa com o processo de secagem do material lenhoso (BRAZ et al., 2015).

Dentre os métodos de secagem da madeira, destaca-se, pelo menor custo e simplicidade de execução, o realizado ao ar livre (BRAZ et al., 2015). A qual consiste em expor, na forma de pilhas organizadas, as peças de madeira para que percam umidade em ambiente aberto até atingirem equilíbrio com ele (SUSIN et al., 2014). A liberação da água presente no lenho é primordial para evitar a presença de defeitos, sejam os típicos de contrações naturais sofridas pelo material ou aqueles ocasionados pela ação de organismos xilófagos (TALGATTI et al., 2018). Manter a madeira com baixo teor de umidade atende exigências tanto para indústria e certificadoras (CRISÓSTOMO et al., 2016) como para finalidades do setor energético (ROUSSET et al., 2011).

A Castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.), conhecida como castanheira, castanha-do-pará ou castanha-do-brasil, é uma espécie nativa da Região Amazônica e uma das mais importantes para a exploração extrativista. A árvore é de grande porte, podendo medir até 60 m de altura e diâmetro de 100 a 180 cm (DONADIO et al., 2002). Ela faz parte de um leque extenso de espécies arbóreas da Amazônia que carecem de estudos detalhados acerca das características de suas madeiras, como por exemplo, a umidade de equilíbrio alcançada pela secagem (BARAÚNA & OLIVEIRA, 2009; SILVEIRA et al., 2013).

A exploração de exemplares nativos da espécie *Bertholletia excelsa*, para finalidade madeireira, é vetada pela lei (BRASIL, 2006), nada é mencionado no sentido de proibir o aproveitamento do lenho proveniente de árvores mortas em situações como: prática de queimadas para limpeza de pastagens (HOMMA, 2000; HOMMA et al., 2000), por conta de adversidades no sítio, ou ainda, oriundas de reflorestamento (plantios puros ou consorciados) registrado de maneira legal em órgão ambiental competente e toras provenientes de supressão vegetal.

Estudos como o realizado por Baraúna & Oliveira (2009)

e Silveira et al. (2013), avaliaram atributos de algumas espécies madeireiras amazônicas. Contudo, o comportamento da *Bertholletia excelsa* relacionado ao processo de secagem ao ar livre, abordado no presente estudo, não estava incluso nas referidas pesquisas. Tal fato ressalta quão significativo para a ampliação dos conhecimentos acerca dessa espécie são os resultados da pesquisa que se seguirá. De forma a revelar também se a análise por meio da curva típica de secagem, eficiente em trabalhos anteriores, será adequada no caso em questão.

Valendo-se da análise possibilitada por meio da elaboração de curva de secagem, o objetivo deste trabalho foi avaliar a secagem da madeira ao ar livre da espécie *Bertholletia excelsa* (castanheira) após o desdobro e, posteriormente, analisar os defeitos resultantes da secagem.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

Para a realização do experimento foi utilizada uma árvore da espécie *Bertholletia excelsa*, com volume total de 6,86 m<sup>3</sup> e densidade de 0,59 g/cm<sup>3</sup>, doada para a Universidade Federal Rural da Amazônia pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMMA) de Parauapebas, sendo o número do processo de doação: (11561/17). O exemplar arbóreo em questão estava localizado na PA-160 do município, mas após ter parte do seu tronco comprometido pelo fogo durante uma queimada, teve de ser totalmente removida para evitar a queda na rodovia.

O desdobro da tora resultou em: tábuas, blocos, pranchas e pranchões, todas no sentido tangencial. Para o estudo foram utilizadas apenas as peças classificadas como tábuas segundo a NBR 7203, conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1982).

### Preparo das pilhas

Para a secagem das tábuas foram construídas duas pilhas (I e II) do tipo gradeada, no sentido Leste-Oeste, para o maior aproveitamento dos raios solares. A primeira foi elaborada utilizando apenas tábuas classificadas com espessura de 20 – 25 mm, a segunda com as de 25 – 30 mm, a fim de avaliar a secagem em peças de diferentes espessuras. Foram colocados seis blocos de madeira no solo, no sentido horizontal, equidistantes 50 cm, para a sustentação de cada pilha.

Na primeira havia três colunas com 12 tábuas cada, totalizando 36 tábuas com espessura de 25 mm. A pilha II foi composta também por três colunas, mas cada uma com

15 tábuas de 30 mm de espessura cada, um total de 45 peças. Nas duas pilhas a distância entre as tábuas para circulação de ar no interior foi de 6 cm.

As tábuas foram distribuídas no sentido perpendicular nos blocos de sustentação e entre as tábuas foram colocados tabiques de 110 cm de comprimento e 2,5 cm de espessura, por 2,5 cm de largura, para separar uma da outra e assim permitir a circulação de ar no interior das pilhas. Em cada fileira (composta por três colunas de tábuas) eram distribuídos 6 tabiques distantes a 50 cm cada, seguindo a distância dos blocos de sustentação.

Em cada pilha foram feitas coberturas com telhas de fibrocimento para que não houvesse interferência significativa da chuva no experimento e para proteção contra a incidência direta dos raios solares. As estruturas das coberturas foram feitas com blocos de madeira que produzissem peso suficiente para pressionar as tábuas de modo que elas ficassem firmes nas pilhas (Figura 1).



**Figura 1.** Pilhas montadas e com coberturas para proteção solar.

### Preparo das amostras controladoras e determinadoras

Para determinar a perda de umidade das tábuas ao longo do estudo, foram confeccionadas amostras controladoras; quatro foram confeccionadas a partir de tábuas de 25 mm de espessura, a fim de representar a pilha I e as demais com tábuas de 30 mm de espessura, representantes da pilha II. Tinta impermeabilizante foi aplicada nas extremidades das amostras para que perdessem umidade em velocidade diferente das tábuas.

Com as mesmas tábuas utilizadas para confeccionar as amostras controladoras, foram confeccionadas as amostras determinadoras de umidade (ADUs); um total de 12 ADUs, com 50 mm de comprimento cada. Essas tiveram suas massas averiguadas em estado úmido e depois de submetidas a secagem em estufa a 103° C por 24 horas, foram novamente pesadas para determinação da umidade inicial (Equação 1).

$$U(\%) = \frac{m_u - m_s}{m_s} * 100 \quad (\text{Equação 1})$$

em que: U = umidade (%);  $m_u$  = massa úmida (g); e  $m_s$  = massa seca (g).

A taxa de secagem da madeira ( $T_s$ ) também foi verificada no decorrer do experimento, a seguinte equação foi utilizada (Equação 2).

$$T_s = \frac{T_{Ui} - T_{Uf}}{\text{Dias}} \quad (\text{Equação 2})$$

em que:  $T_s$  = taxa de secagem (%);  $T_{Ui}$  = taxa de umidade inicial (%);  $T_{Uf}$  = taxa de umidade final (%); e Dias = número de dias observados.

### Avaliação dos defeitos

Após o período de avaliação que ocorreu entre 24 de outubro de 2017 a três de janeiro de 2018, foram averiguados defeitos nas tábuas: empenamentos do tipo encurvamento, arqueamento e encanoamento, rachaduras de topo e de superfície, defeitos qualitativos como esmoamento, furos de insetos e bolsa de resina; seguidos os procedimentos recomendados pela Norma 9487 da ABNT de 1986, que classifica a madeira serrada de folhosas. Peças admitidas pela quarta classe da norma supracitada foram tidas como defeituosas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

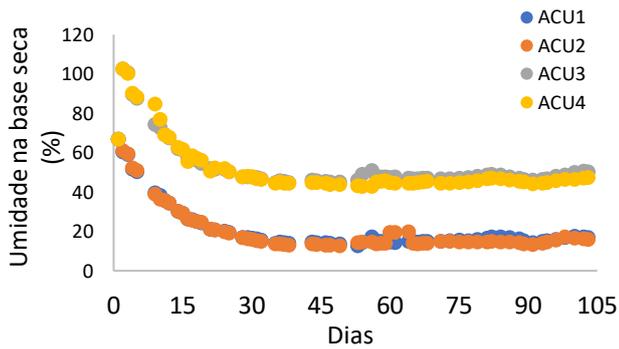
### Secagem

Nos primeiros 35 dias de pesagens das amostras controladoras de umidade foram possíveis verificar que as peças das duas pilhas perderam grande porcentagem de água, porém de forma lenta, com taxa de umidade diária média de 0,51% para a pilha I e 0,47% para a pilha II. Diversos estudos afirmam de forma coincidente a este resultado, que é natural a perda de água ser maior nas primeiras semanas, devido à perda de água livre, presentes nos lumens das células, que são mais fáceis de sair, quando o método de secagem ao ar livre é empregado (REZENDE et al., 2010a, 2010b; BERBEROVIC & MILOTA, 2011).

As amostras controladoras de umidade 1 e 2 foram as que mais perderam água durante todos os 100 dias de pesagem. As amostras 3 e 4 apresentaram maior teor de umidade em relação as amostras anteriores (Figura 2), o que pode ser explicado pela abundância de chuva durante a realização do experimento incidindo diretamente no lado em que elas estavam localizadas.

A umidade inicial das amostras controladora na pilha I foi 66,7%. Logo após a análise inicial ocorreu chuva intensa, o que pode ter influenciado na massa das amostras 3 e 4, que apresentaram resultados de 102,4% de umidade; essas situavam-se no lado direito da pilha, direção de predominância da chuva. Nas amostras 1 e 2, a umidade não variou muito, sendo de 60,2% e 60,9%,

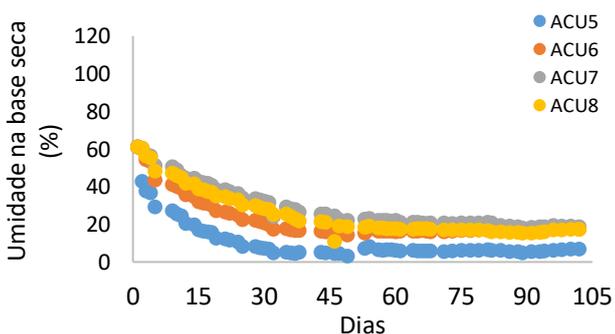
respectivamente (Figura 2).



**Figura 2.** Curva de secagem da Pilha I.

Por volta do 50º dia, com o início período de chuva intensa, as amostras adquiriram umidade. O acréscimo de umidade pode ser constatado entre os dias 51 e 63. O município de Parauapebas apresenta, de acordo com a classificação de Köppen, clima “Am” tropical, quente e úmido, com estação chuvosa entre novembro e março, com precipitação de até 2.800 mm e umidade relativa do ar de 90% (SIQUEIRA et al., 2012). Após esse período observou-se que as amostras passaram a ganhar e perder umidade.

As curvas de secagem das amostras controladoras de umidade da pilha II (Figura 3). Todas as amostras no início do experimento tinham umidade de 61,2% e apesar do intenso período chuvoso, obtiveram menos acréscimo de umidade se comparadas aos resultados da pilha I. O mais provável é que o resultado observado tenha sido influenciado pela proteção oferecida pela primeira pilha, a qual estava diretamente no sentido de incidência das gotas de chuva.



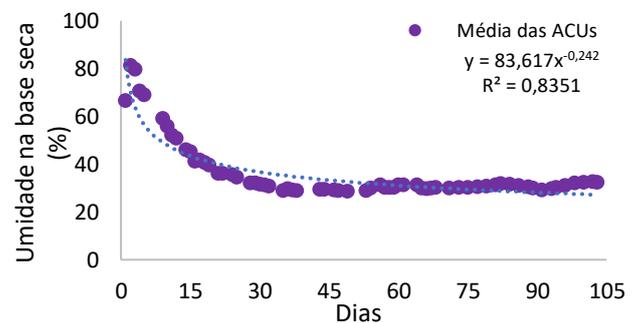
**Figura 3.** Curva de secagem da Pilha II.

As amostras 5, 6, 7 e 8 adquiriram pouca umidade durante o período de chuva e a partir do 55º dia já haviam perdido por completo a água livre, atingindo o ponto de saturação das fibras (PSF) com aproximadamente 30% de umidade (BRAZ et al., 2015).

A amostra 5 foi a que mais perdeu umidade durante os 100 dias de observação; o equivalente a 6,8% de umidade,

mesmo com a influência do período chuvoso. Esse dado pode ser explicado pela ACU5 ter sido alocada no lado direito da parte inferior da pilha II, a qual tinha a pilha I à sua frente servindo de proteção contra a incidência direta da chuva.

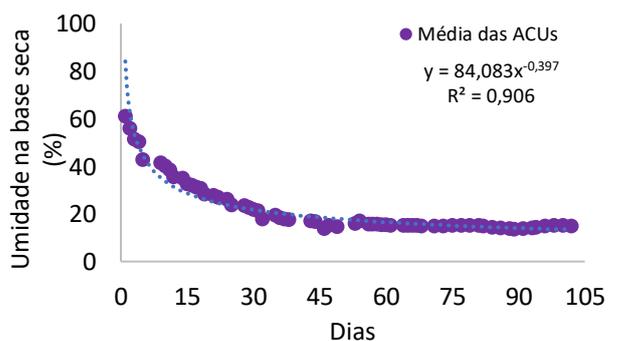
A Figura 4 apresenta o valor médio da umidade da pilha I durante os 100 dias de observação. O intenso período chuvoso afetou de forma relevante o teor de umidade médio da primeira pilha. O mesmo pode ser observado no trabalho de Braz et al. (2015), que constatou acréscimo de umidade nas espécies estudadas quando o período de secagem coincidiu com a época chuvosa da região, mesmo no caso de pilhas que possuíam cobertura.



**Figura 4.** Valores médios das ACUs da Pilha I.

Acredita-se que no período de baixa intensidade pluviométrica, a secagem ao ar livre terá mais eficiência. Para madeiras de média densidade, como a castanheira, a saída total da água livre deve ocorrer por volta dos 35 dias. Susin et al. (2014) verificou valor de 15,43% de teor de umidade para a madeira de *Hovenia dulcis* após 25 dias de avaliação.

A média de umidade observada por meio da análise das ACUs da pilha II foi inferior à da pilha I, comprovando uma menor interferência do período chuvoso em sua secagem, conjunta a uma proteção da chuva significativa exercida pela primeira pilha (Figura 5). Apesar das fortes chuvas, a madeira de castanheira atingiu umidade média de 15,1%, aos 35 dias de secagem.



**Figura 5.** Valores médios das ACUs da Pilha II.

## Defeitos

Foram avaliados defeitos quantitativos e qualitativos decorrentes do processo de secagem. Dentre os danos quantitativos, o encurvamento foi o mais observado; em 97,22% das tábuas da pilha I e 91,11% das tábuas da pilha II. As variações de encurvamento nas peças das duas pilhas foram de 0,01 a 0,07 mm/m, sendo observados maiores valores nas peças da primeira pilha (tábuas de espessura de 25 mm). Em estudo avaliando defeitos gerados na madeira ao empregar o método de secagem ao ar livre e de estufa solar, Stangerlin et al. (2009) atribuiu a presença do baixo nível encurvamento verificado nas peças ao correto empilhamento e a tecnologia de secagem empregados.

Em relação ao arqueamento e ao encanoamento, estes foram menos abrangentes na pilha I, atingindo apenas três tábuas. Na segunda pilha, o arqueamento e o encanoamento atingiram 15,56% e 22,22% das peças, respectivamente. O arqueamento ocorre em função da diferença na contração longitudinal entre as laterais da mesma peça de madeira; peças orientadas radialmente são mais propensas a este tipo de empeno (SUSIN, 2013). Tal fato explica a baixa ocorrência de arqueamento no material estudado, pois as peças foram orientadas predominantemente no sentido tangencial.

Grande parte dos defeitos de empenamento ocorreu nas tábuas da segunda pilha, de espessura 30 mm. Os tipos de empenamentos podem ser oriundos das diferenças de contrações da madeira (radial, tangencial e longitudinal), do modelo de desdobro da tora, espessura da peça, além das características intrínsecas à própria espécie, como a presença de irregularidades da grã e de resina (SIMPSON, 1991).

Na primeira pilha quase metade das tábuas apresentaram entre 1 a 3% de encurvamento, ou seja, a cada metro da peça há entre 0,01 a 0,03 mm de defeito do tipo encurvamento. Na segunda pilha a variação foi menor, porém as maiorias das peças também estão nas classes de 1 a 3%.

A porcentagem de rachadura de topo foi maior em relação à superfície nas duas pilhas; devido a velocidade abrupta de secagem e ao ganho e perda de umidade de maneira acelerada durante os dias chuvosos.

Na primeira pilha a porcentagem de rachadura de topo e de superfície foram baixas, com média de 4,2% e 2,0%, respectivamente. Entretanto na segunda pilha o percentual de rachaduras foi maior, sendo 8,2% no topo e 7,8% na superfície.

Segundo Galvão & Jankowsky (1985) as rachaduras aparecem como consequência da diferença de retração

nas direções radial e tangencial da madeira, e resultantes ainda da diferença de umidade no centro e nas extremidades da peça durante a secagem. Essa diferença leva ao aparecimento de tensões que são mais fortes que a resistência dos tecidos lenhosos, levando a ruptura. Os dutos resiníferos contribuem para o aparecimento de rachaduras superficiais. O que pode explicar a taxa de rachaduras constatada, a maioria das peças analisadas possuía bolsa de resina (Tabela 1).

**Tabela 1.** Defeitos qualitativos nas duas pilhas.

Defeitos	Pilha I	Pilha II
Bolsa de resina	72,22%	75,56%
Esmoado	27,78%	4,44%
Furo de inseto	-	8,89%
Buracos	-	8,89%
Áreas carbonizadas	-	2,22%

As rachaduras foram abundantes na segunda pilha (espessura de 30 mm). Segundo Mendes et al. (1998) quanto mais espessa a madeira for, maiores serão os danos de rachaduras nela apresentados. Quanto aos defeitos qualitativos é possível observar na Tabela 1 que, em ambas as pilhas, a presença de bolsas resiníferas foi abundante, pois a espécie estudada apresenta resina, geralmente de cor avermelhada (SANTOS, 2011).

Nas duas pilhas observou-se a presença de esmoados. Segundo a NBR 9487/1986 o esmoado consiste na ausência da madeira em partes da peça serrada. O que ocorre quando há irregularidades na serra no momento do desdobro da tora, além de deficiências naturais à própria peça. A Tabela 2 mostra que na primeira pilha 27,78% das tábuas apresentaram esmoado, enquanto apenas 4,44% das da segunda apresentaram tal defeito.

**Tabela 2.** Classificação das tábuas conforme NBR 9487.

	Seção A				Seção B				Total
	CI	CII	CIII	CIV	CI	CII	CIII	CIV	
PI	NA	NA	NA	NA	10	NA	26	NA	36
PII	3	NA	NA	NA	8	NA	34	NA	45

NA: Não aplicado, C: Classes, I: se refere a pilha 1 e II: se refere a pilha 2, P: Pilha.

Além dos defeitos qualitativos já citados, nas tábuas da pilha II foram encontrados furos de insetos (8,89%), buracos (8,89%) e áreas carbonizadas (2,22%) devido a tora ter sido alvo de incêndio. Na pilha I não houve tais ocorrências.

A Tabela 2 apresenta a classificação das tábuas das duas pilhas estudadas. A maioria das tábuas foram aplicadas na seção B, que segundo a norma utilizada, são

aquelas que possuem furos de insetos, bolsa de resina e exsudações. As peças da seção B, classe I, possuem furos de insetos ou esmoados.

Pela classificação é possível afirmar que as peças apesar de estarem na seção B, em ambas as pilhas, são de boa qualidade tendo em vista a porcentagem de defeitos quantitativos e qualitativos como os furos de insetos e esmoados, porém, com a técnica de aplainamentos das peças, as mesmas podem migrar para a seção A.

Apesar da espécie *Bertholletia excelsa* ter corte proibido em florestas naturais, são necessários estudos que mostrem a eficiência da secagem de sua madeira. Assim, na ocorrência de casos autorizados pelo órgão ambiental, o material não será perdido e poderá ter o máximo de aproveitamento. Este estudo contribui para o conhecimento do processamento e utilização das madeiras da floresta tropical.

## CONCLUSÕES

Após 100 dias de observação da perda de água da madeira de castanheira, foi possível observar que esta espécie tem boas condições para a secagem ao ar livre se organizada de maneira correta nas pilhas de secagem. Porém, pela forte intensidade de chuva, a secagem não apresentou a total eficiência possível, pois as peças adquiriram umidade a cada dia chuvoso.

Os defeitos quantitativos resultantes da secagem apresentaram baixa variação, com a possibilidade de facilmente serem removidos no processo de aplainamento das peças. Quanto aos defeitos qualitativos, como furo de insetos e esmoados, estes também podem ser eliminados pelo aplainamento e destopo, respectivamente. As bolsas de resina, apesar de terem influenciado nos defeitos quantitativos, podem ser um fator positivo para a estética das peças trabalhadas.

## RECOMENDAÇÕES

Após observações no estudo, recomenda-se utilizar tabiques suficientes, de acordo com o tamanho e espessura das tábuas, a fim de diminuir os danos causados pelos defeitos. Sugere-se realizar o aplainamento das peças para reduzir o percentual de encurvamentos das peças. É necessário ainda, realizar novos experimentos em períodos de baixa intensidade pluviométrica para verificar de forma mais abrangente a taxa de secagem da castanheira. É provável que ao ser realizada a prática de aplainamento nas peças, o percentual de encurvamento se tornará quase nulo.

## REFERÊNCIAS

- ALVARES, C.A. et al. Zoneamento da umidade de equilíbrio mensal de painéis e madeira maciça no Brasil. **Circular Técnica IPEF**, n.211, p.1-13, 2017.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9487: classificação de madeira serrada de folhosas**. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7203: madeira serrada e beneficiada**. Rio de Janeiro: ABNT, 1982.
- BARAÚNA, E.E.P.; OLIVEIRA, V.S. Umidade de equilíbrio da madeira de angelim vermelho (*Dinizia excelsa* Ducke), guariúba (*Clarisia racemosa* Ruiz & Pav.) e tauari vermelho (*Cariniana micrantha* Ducke) em diferentes condições de temperatura e umidade relativa. **Acta Amazonica**, v.39, n.1, p.91-96, 2009.
- BERBEROVIC, A.; MILOTA, M.R. Impact of wood variability on the drying rate at different moisture content levels. **Forest Products Journal**, v.61, n.6, p.435-442, 2011.
- BRANDÃO, A.T.O. **Determinação de metodologia para a indicação de programas de secagem de madeiras**. 1989. 100p. (Dissertação de mestrado).
- BRASIL. Decreto n. 5.975, de 30 de novembro de 2006. **Diário Oficial da República Federativa de Brasil**, Brasília, 2006. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2006/decreto/d5975.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/decreto/d5975.htm)
- BRAZ, R.L. et al. Curva Característica de Secagem da Madeira de *Tectona grandis* e *Acacia mangium* ao ar livre. **Floresta e Ambiente**, v.22, n.1, p.117-123, 2015.
- CRISÓSTOMO, M.C. et al. Relação entre o teor de umidade e a constante dielétrica de espécies de madeira da amazônia durante o processo de secagem. **Revista Árvore**, v.40, n.1, p.181-187, 2016.
- DONADIO, L.C. et al. **Frutas nativas**. São Paulo: Novos Talentos, 2002.
- GALVÃO, A.P.M.; JANKOWSKY, I.P. **Secagem racional da madeira**. São Paulo: Nobel, 1985.
- GATTO, D.A. **Avaliação quantitativa e qualitativa da utilização madeireira na região da quarta colônia de imigração italiana do Rio Grande do Sul**. 2002. 130p. (Dissertação de mestrado).
- GOMES, D.F.F. et al. Avaliação da estabilidade dimensional da madeira acetilada de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden. **Scientia Forestalis**, n.70, p.125-130, 2006.
- GONZAGA, A.L. **Madeira: uso e conservação**. Brasília: IPHAN/MONUMETA, 2006. (Cadernos Técnicos, nº 6).
- HOMMA, A.K.O. et al. **A destruição de recursos naturais: o caso da castanha-do-pará no sudeste paraense**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. (Documento nº 32).
- HOMMA, A.K.O. **Cronologia da ocupação e destruição dos castanhais no Sudeste paraense**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000.

JANKOWSKY, I.P. **Fundamentos de secagem de madeiras**. Piracicaba: Departamento de Ciências Florestais, 1990.

JANKOWSKY, I.P. O controle do processo de secagem. **2º Simpósio Florestal do Rio Grande do Sul-Tecnologia da Madeira**, p.2-19, 1992.

JANKOWSKY, I.P. et al. Secagem da madeira serrada de eucalipto. **15º Jornadas Forestales de Entre Rios – Concordia**, p.1-12, 2000.

KLITZKE, R.J. **Curso de secagem da madeira**. Curitiba: Fundação Hugo Simas, 2001.

KLITZKE, R.J. **Secagem da madeira**. Curitiba: Fundação Hugo Simas, 2003.

KLITZKE, R.J. Secagem da madeira. **Tecnologias aplicadas ao setor madeireiro**. Visconde do Rio Branco: Suprema Gráfica e Editora, v.1, 2007.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**. 4.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, v.1, 2000.

MAGOSSO, D.C.; GUEDES, G. Análise da qualidade da madeira de duas espécies de *Pinus* Sp. (Pinaceae) resultante do método de secagem em estufa convencional. **Revista da União Latino-americana de Tecnologia**, n.1, p.27-41, 2013.

MARTINS, V.A. **Secagem de madeira serrada**. Brasília: IBDF/DPq-LPF, 1988.

MELLADO, E.C.E.R. **Modelo de transferência de calor e massa na secagem de madeira serrada de *Pinus***. 2007. 155p. (Tese de doutorado).

MENDES, A.S. et al. **Programas de secagem para madeiras brasileiras**. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 1998.

MOTTA, J.P. et al. da Resistência natural da madeira de *Tectona grandis* em ensaio de laboratório. **Ciência Rural**, v.43, p.1393-1398, 2013.

MULLER, C.H. et al. **Castanha-do-Brasil**. Brasília: Embrapa-SPI, 1995. (Coleção plantar).

OLIVEIRA, J.T.S.; CARVALHO, A.M.L. Secagem e preservação da madeira de eucalipto. **Revista da Madeira**, n.55, p.58-61, 2001.

PONCE, R.H.; WATAI, L.T. **Manual de secagem de madeira**. Brasília: MIC/IPT, 1985.

REZENDE, R.N. et al. Secagem ao ar livre de toras de toras de *Eucalyptus grandis* em Lavras, MG. **Cerne**, v.16, n.1, p.41-47, 2010a.

REZENDE, R.N. et al. Air drying of logs from *Eucalyptus urophylla* clone for carbonization use. **Cerne**, v.16, n.4, p.565-572, 2010b.

ROUSSET, P. et al. Pressure effect on the quality of eucalyptus wood charcoal for the steel industry: a statistical analysis approach. **Fuel Processing Technology**, v.92, n.10, p.1890-1897, 2011.

SANTOS, R.R. **O extrativismo de castanha do Brasil *Bertholletia excelsa* (Humbl. & Bonpl.) no Rio Madeira, Rondônia: bases para uma gestão ambiental participativa**. 2011. 164p. (Dissertação de mestrado).

SILVEIRA, H.C. et al. Teor de umidade e densidade básica da madeira de nove espécies comerciais amazônicas. **Acta Amazonica**, v.43, n.2, p.179-184, 2013.

SIMPSON, W.T. **Dry kiln operator's manual**. Madison: U.S. Department of Agriculture, 1991.

SIQUEIRA, G.W. et al. Diagnóstico da qualidade da água do rio Parauapebas (Pará – Brasil). **Acta Amazônica**, v.42, n.3, p.413-422, 2012.

SUSIN, F. **Avaliação de programas de secagem para madeiras de eucalipto elaborados com base em testes prévios a alta temperatura**. 2013. 161p. (Dissertação de mestrado).

STANGERLIN, D.M. et al. Uso De Estufa Solar Para Secagem De Madeira Serrada. **Ciência Florestal**, v.19, n.4, p.461-472, 2009.

TALGATTI, M. et al. Secagem ao ar livre e qualidade de serrados de clones de *Eucalyptus grandis*. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.17, n.2, p.197-204, 2018.

WADT, L.H.O. et al. **Manejo da castanheira (*Bertholletia excelsa*) para produção de Castanha-do-Brasil**. Rio Branco: Secretaria de Extrativismo e Produção Familiar, 2005. (Technical document, nº 3).

Recebido em 06-01-2022 Aceito em 18-03-2022