

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO À PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

AFERIÇÃO DO TEOR DE UMIDADE DE MADEIRAS COMERCIALIZADAS EM
4 MADEIREIRAS DA CIDADE DE MANAUS – AM.

Bolsista: Debora Coelho da Silva, FAPEAM

Manaus
2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO À PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

RELATÓRIO FINAL DE PIBIC
AFERIÇÃO DO TEOR DE UMIDADE DE MADEIRAS COMERCIALIZADAS EM
4 MADEIREIRAS DA CIDADE DE MANAUS – AM.

Bolsista: Debora Coelho da Silva, FAPEAM
Orientador: Prof. Dr. Nabor da Silveira Pio

Manaus
2014

Resumo

A água na madeira é um dos maiores problemas encontrado na área da tecnologia. Sua retirada é essencial para garantir várias propriedades da madeira, como resistência a fungos apodrecedores e manchadores e a grande parte dos insetos que a atacam, evita as instabilidades estruturais tais como contrações, que ocorrem devido a perda e absorção da umidade presente no meio e aumentam significativamente as propriedades mecânicas desta, tais como flexão, dureza, etc. Observou-se que Manaus é uma cidade incipiente no ramo de secagem de madeira, e a secagem feita de modo industrial aplica-se apenas para as madeiras destinadas à exportação. Foi verificado que as madeiras comercializadas nas serrarias da cidade são secas ao ar livre, e a umidade alcançada por esse método sugere que ele não atende todas as vantagens descritas para a secagem acima. É claro, há que se considerar o uso final da madeira seca e se é economicamente viável para a relação oferta e demanda das serrarias, a secagem industrial. A umidade do angelim-pedra (*Dinizia exelsa*) variou entre 8,61% e 18,63%. A umidade do cedrinho entre 24,42 e 28,45. A umidade de tauari se encontrou entre 20,46% e 21,51.

Sumário

1. Introdução	5
2. Revisão Bibliográfica.....	6
2.1 Secagem da madeira.....	6
2.2 Espécies Coletadas.....	7
2.2.1 <i>Dinizia excelsa</i> Ducke.....	7
2.2.2 <i>Couratari</i> spp.....	8
2.2.3 <i>Erisma</i> spp.....	9
3. Metodologia.....	10
4. Resultados e Discussão.....	12
5. Conclusões	15
Referências.....	16

1. Introdução

A água é estreitamente relacionada com a madeira, visto que sua composição química e estrutural, ou seja, as células, espaços intercelulares e paredes celulares são impregnadas com ela. A consideração da umidade contida nas toras logo após o corte é de grande relevância, pois além do peso onerar o transporte, a retirada da água de forma inadequada, tras grandes consequências de ordem estrutural nas peças (MORESCHI, 2007; KLITZKE,2013). Uma árvore viva pode conter desde 35% até mais de 200% de teor de umidade (o pau-de-balsa pode chegar a 400%). Logo após a derrubada, a madeira já começa a secar, e a perda de umidade vai ocorrendo durante o desdobro da tora, prosseguindo pelo processamento em diante (MARTINS, 1988).

Das serrarias que contribuíram neste projeto, apenas uma utilizava estufa industrial, as demais não utilizavam qualquer processo industrial próprio de secagem, apenas a divisão entre tábuas recomendada para a secagem ao ar livre.

A diferença de umidade entre cada serraria, respeitando as espécies, foi baixa. O período de coleta foi, em grande parte, o chuvoso, compreendendo os meses de novembro a fevereiro. Isso influenciou na umidade do cedrinho e do tauari, que estavam com umidade próxima ao ponto de saturação das fibras.

2. Revisão Bibliográfica

2.1 Secagem da madeira

A quantidade de água contida em uma árvore viva é substancialmente superior àquela que se observa no interior da madeira, em condições normais de uso, podendo atingir teores superiores a 200%, com base no peso seco. Depois de serrada, a madeira começa a perder água quando exposta a condições atmosféricas nas quais a pressão de vapor é menor que a pressão do seu interior (PANSHIN; ZEEUW, 1970).

Na madeira a água é encontrada na forma livre ou capilar, localizada nos espaços intercelulares e nos lumes celulares e na forma higroscópica, encontrada nas paredes celulares. A água livre ou capilar é a água na forma líquida, existente nas cavidades celulares e nas aberturas ligando as cavidades celulares na madeira. A água capilar ocorre somente na madeira cujo conteúdo de umidade está acima da umidade de saturação ao ar (GALVÃO; JANKOWSKY, 1985).

A água higroscópica, também chamada de água de impregnação ou de adesão, é encontrada nas paredes celulares. Existe uma teoria de que a água de impregnação está constituída por hidrogênios fixados principalmente por grupos hidroxilas de celulose, das polioses e em menores quantidades na lignina formando ligações de hidrogênio (KLITZKE, 2007).

A água na madeira normalmente se movimenta de zonas de maior teor para as de menor teor de umidade, podendo ser considerada em duas fases: movimento da água do interior para a superfície; e remoção de água da superfície (SIMPSON, 1991).

O teor de umidade da madeira em uso depende principalmente da umidade relativa e da temperatura do meio. Fixando-se essas variáveis, o teor de água da madeira ajusta-se a um valor denominado umidade de equilíbrio. Isso torna possível a estimativa da umidade da madeira utilizada em diferentes condições ambientais (GALVÃO, 1975).

De acordo com Skaar (1972) os seguintes fatores influem na umidade de equilíbrio da madeira: umidade relativa, temperatura, espécie da madeira e extrativos, a história da exposição, tensões mecânicas e radiação. A umidade relativa e a temperatura são, entretanto, os fatores que predominam.

O teor de umidade referente ao estado em que, teoricamente, apenas as paredes celulares estão saturadas e os lumes e os espaços intercelulares estão sem o líquido é denominado ponto de saturação das fibras (PSF). Abaixo do PSF ocorrem alterações significativas na resistência mecânica, nas propriedades físicas e nas propriedades elétricas da madeira (Galvão &

Jankowsky, 1988; Skaar, 1988; Simpson, 1991; Haygreen & Bowyer, 1996; Santini, 1996).

Simpson (1991) afirma que o PSF para as espécies em geral situa-se em torno de 30%. Kollmann & Côte Jr. (1968) citam que o PSF varia desde 22 a 24% para as coníferas com alto teor de resina e para as folhosas com cerne distinto e porosidade em anel circular; de até 32 a 35% para as folhosas com porosidade difusa, cerne indistinto, alburno com porosidade em anel circular, e para as folhosas com cerne distinto e porosidade em anel semicircular.

A secagem é uma fase de grande importância nos processos de transformação da madeira proporcionando redução da biodegradação e da variação dimensional e uma melhoria nas características de trabalhabilidade (HAYGREEN & BOWYER, 1982; TSOUMIS, 1991; WALKER, 1993; SIAU, 1995).

A forma de secagem amplamente utilizada nas regiões tropicais é a secagem natural que consiste em empilhar convenientemente a madeira em local ventilado e preferencialmente coberto, a fim de evitar a incidência dos raios solares e da chuva, fazendo-se o controle do teor de umidade em intervalos regulares até que este atinja o valor desejado, que estará em função do uso final a que a madeira se destina ou até onde as condições climáticas da região permitirem (MARTINS, 2000).

2.2 Espécies Coletadas

A metodologia definiu um número de espécies que representasse estatisticamente o mínimo de precisão. Foram três, com base em questionário informal prévio sobre as madeiras mais comercializadas nas serrarias em estudo. A primeira é o angelim pedra, *Dinizia excelsa* Ducke. A segunda foi o tauari, *Couratari ssp.*. A terceira foi o cedrinho, *Erisma uncinatu*.

2.2.1 *Dinizia excelsa* Ducke

Árvore imensa, alcança às vezes 50m de altura por 300cm de DAP. Casca acinzentada que se solta em placas. Características da Madeira: Coloração de fundo amarelo pardacento-pálido, com veios irregulares de coloração pardo-avermelhado-claro. Superfície lisa, sem brilho. Textura de média a grosseira, grã direita ou intercruzada. Odor indistinto. Propriedades Físico-Mecânicas: A madeira de Angelim-pedra pode ser classificada como de baixa retratibilidade, massa específica e resistência mecânica altas. Comportamento Durante a Secagem: Secagem ao ar difícil, porém raramente sofre rachaduras ou empenamentos. Região de Ocorrência: Disseminado no Pará e na parte oriental do Amazonas, nas matas de terra firme. Trabalhabilidade: Boa trabalhabilidade com ferramentas mecânicas, apresentando alguma dificuldade

para ser trabalhada manualmente. É necessário uma furação prévia para evitar rachaduras na madeira ou entortamento de pregos e parafusos. Indicações de Uso: Construção civil, carpintaria, marcenaria, molduras, dormentes, lambris, forros, etc. (ATD Madeiras, 2014)

Massa específica		g/cm ³	kg/m ³
Aparente(15% de umidade)		0,75	750
Básica		0,63	630
Retração Total		Radial	Tangencial
(%)		4,4	7,1
Índice tangencial/radial =		1,61	
Resistência Mecânica (kgf/cm ²)		Madeira Verde	A 15% de umidade
Compressão axial		615	750
Flexão estática		1.220	1.600
Tração normal		-	-

Fonte: <http://migre.me/km4QT>

2.2.2 *Couratari spp.*

O gênero *Couratari* é encontrado na Amazônia onde ocorrem, dentre outras, as espécies *Couratari guianensis* Aubl., *C. Oblongifolia* Ducke et R. Knuth e *C. Stellata* A. C. Sm. Como essas Madeiras são semelhantes quanto à densidade de massa, caracteres anatômicos e cor, nesta ficha são tratadas em conjunto, sendo mencionada a espécie, quando pertinente (IPT, 2014).

Características sensoriais: cerne e alburno indistintos pela cor; branco-amarelado a bege-amarelado-claro; brilho moderado; cheiro variável de pouco perceptível a perceptível, neste caso, desagradável, gosto levemente amargo; densidade média; macia ao corte; grã direita; textura média. Descrição anatômica macroscópica: Parênquima axial: pouco visível a olho nu, em linhas finas, numerosas, aproximadas, regularmente espaçadas, formando com os raios um reticulado quase uniforme. Raios: pouco visíveis a olho nu no topo, na face tangencial é visível apenas sob lente. Vasos: visíveis a olho nu, médios; muito poucos; porosidade difusa; solitários e alguns múltiplos de 3 e 4; vazios. Amadas de crescimento: distintas, individualizadas por zonas fibrosas tangenciais mais escuras.(IPT,1983;IPT,1989a)

Apresenta baixa resistência ao ataque de organismos xilófagos (fungos e cupins).Algumas espécies apresentam tendência a manchar (mancha azul), ocasionada por fungos manchadores, devendo ser utilizadas secas e protegidas da umidade.Em ensaio de campo, com Madeira em contato com o solo, esta Madeira foi considerada como não durável, com vida inferior a dois anos.(IPT, 2014)

A madeira de tauari é moderadamente macia ao corte, apresentando um bom acabamento, apesar de às vezes a superfície ficar com aparência felpuda. Algumas espécies possuem sílica, o que contribui para desgastar as ferramentas. (Jankowsky,1990)

A velocidade da secagem ao ar é moderada, com leve tendência ao empenamento e rachaduras superficiais. A secagem em estufa é rápida, sem defeitos significativos. (Jankowsky,1990) Couratari guianensis pode apresentar problemas de secagem como rachaduras e torcimento moderados.

2.2.3 *Erisma uncinatum*

Pertence à família Vochysiaceae. As regiões onde esse genero é encontrado incluem Brasil, Guiana Francesa, Venezuela e Suriname. Podem ser nomeadas de diversas formas sendo as mais comuns puarubarana, jaboty, jaboti, mureillo e Cedrinho (GLOBALDIS, 2012).

Possui alburno diferenciado, branco acinzentado, amplo. O cerne possui coloração castanho rosado claro a castanho violeta. A grã é grossa e a textura: Fina, pouco visível (GLOBALDIS, 2012).

3. Metodologia

Este trabalho foi executado em quatro serrarias da cidade de Manaus, localizadas em zonas diversas da cidade, escolhidas de acordo com a disponibilidade das espécies abordadas no estudo.

Dos diversos métodos existentes para determinação de umidade, o mais seguro e utilizado amplamente é a secagem em estufa a 103° (GALVÃO, 1985). O método baseia-se em fórmulas que, segundo o Galvão, 1985, tem seus valores obtidos como auxílio de estufas dotadas de circulação de ar forçada e termostato, que permitam regular e manter a temperatura entre 101° e 105°, até que pesagens sucessivas mantenham um valor constante. No presente estudo, as amostras foram pesadas a cada dois dias até a obtenção dos valores constantes.

Segundo a NBR 7190 de 1997, que especifica as normas para Projetos de Estrutura de Madeira, para a investigação direta de lotes de madeira serrada considerados homogêneos, cada lote não deve ter volume superior a 12 m³. O número mínimo de corpos-de-prova deve atender aos objetivos da caracterização. Neste trabalho adotou-se a caracterização simplificada, composta por seis corpos-de-prova. Ainda de acordo com esta norma, o corpo-de-prova deve ter seção transversal retangular, com dimensões nominais de 2,0 cm x 3,0 cm e comprimento, ao longo das fibras, de 5,0 cm. Na fabricação dos corpos-de-prova devem ser utilizadas ferramentas afiadas para se evitar a chamada “queima” de suas faces, que pode provocar uma perda de água imediata, prejudicial à determinação da real umidade da amostra.

Para a determinação das espécies no estudo, realizei uma pesquisa entre as quatro serrarias participantes e buscando atender o mínimo estatístico para pesquisas, selecionei as três madeiras mais comercializada, segundo os proprietários, com o objetivo de caracterizar a realidade econômica do setor. São elas angelim-pedra (*Dinizia excelsa* Ducke), tauari (*Couratari oblongifolia* Ducke et R.Knuth) e cedrinho (*Erisma uncinatum*).

Dentre os medidores elétricos, os mais populares são os de resistência elétrica. São aparelhos de grande utilidade na indústria, pois determinam a umidade da madeira imediatamente. O princípio de funcionamento baseia-se na resistência a passagem de corrente elétrica, que varia inversamente com a umidade da madeira. São aparelhos práticos, rápidos e não destrutivos. Possuem agulhas que são introduzidas na madeira, fornecendo a leitura analógica ou digital, dependendo do aparelho utilizado, através de um mostrador. São mais precisos dentro de uma faixa de umidade que varia de 7% até 30% (JANKOWSKY, 2010). Esse método não foi utilizado no estudo, pois as estimativas obtidas possuíam grande margem de erro por parte do aparelho utilizado, tornando impossível a utilização confiável dos dados.

A madeira verde é atacada por fungos e insetos que a degradam, tanto diminuindo sua resistência mecânica (fungos apodrecedores e insetos), como alterando sua aparência (fungos manchadores) e, conseqüentemente, reduzindo seu valor comercial. Abaixo de 20% de umidade a madeira é praticamente imune à maioria dos fungos e a alguns insetos. (MARTINS, 1988)

A esse respeito foi aplicado um questionário (anexo 1) aos proprietários, seguido de visita aos galpões de armazenamento e verificação in loco da situação.

4. Resultados e Discussão

Apesar de ser o método mais simples e preciso de determinação da umidade, o método gravimétrico apresenta como desvantagens os fatos de ser destrutivo, exigir muito tempo para obter-se a resposta e ser inviável para espécies com componentes voláteis. Contudo, apresenta como grande vantagem possibilitar a obtenção de resultados, com precisão satisfatória, para qualquer umidade em que a madeira se encontrar (CALONEGO et al., 2006). Por outro lado, a secagem natural tem grande importância para pequenas empresas por ser de baixo custo. É o método mais utilizado nas regiões tropicais. Deve ser feita em condições adequadas de abrigo e com a utilização de separadores e para ser eficiente precisa ser acompanhada de uma boa estocagem, de preferência sob as mesmas condições utilizadas na secagem natural (CAMPOS-SALLES et al., 2000).

A umidade da madeira foi calculada com base na relação entre a massa de água presente em uma peça de madeira pela massa seca (anidra). A Equação 1 expressa a forma de determinação da umidade pelo método da estufa (PIZETTA, 2011).

$$U = \frac{(M_u - M_s)}{M_s} \times 100 \quad (1)$$

Em que:

U: umidade (%);

M_u : massa úmida inicial (g);

M_s : massa anidra (g).

Serraria 1 – Oeste (Zona Sul)

Umidade Média	
Angelim (<i>Dinizia excelsa</i>)	8,61%
Tauari (<i>Couratari oblongifolia</i>)	21,51%
Cedrinho (<i>Erismia uncinatun</i>)	27,17%

Serraria 2 – Alicerce (Zona Sul)

Umidade Média	
Angelim (<i>Dinizia excelsa</i>)	14,78%
Tauari (<i>Couratari oblongifolia</i>)	20,47%
Cedrinho (<i>Erismia uncinatun</i>)	24,42%

Serraria 3 – Maon Madeiras (Zona Centro-Sul)

Umidade Média	
Angelim (<i>Dinizia excelsa</i>)	13,68%
Tauari (<i>Couratari oblongifolia</i>)	21,09%
Cedrinho (<i>Erismia uncinatun</i>)	28,23%

Serraria 4 – Santos Madeiras (Zona Oeste)

Umidade Média	
Angelim (<i>Dinizia excelsa</i>)	18,63%
Tauari (<i>Couratari oblongifolia</i>)	20,46%
Cedrinho (<i>Erismia uncinatun</i>)	28,45%

Umidade Média por Espécie	
Angelim (<i>Dinizia excelsa</i>)	13,92%
Tauari (<i>Couratari oblongifolia</i>)	20,63%
Cedrinho (<i>Erismia uncinatun</i>)	27,06%

Os resultados demonstram a desvantagem esperada para madeiras secas ao ar livre que é de o teor de umidade final, dificilmente, alcançar índices abaixo da umidade de equilíbrio do ambiente em que se realiza o processo (STANGERLIN, *et al.*, 2012). Além disso, o armazenamento dessas madeiras se dá em galpão aberto, apenas com cobertura superior, e em apenas uma delas (Oeste) existe um galpão fechado, e no entanto a maior parte das madeiras fica sem proteção, aumentando a possibilidade de reabsorção da umidade e com isso os defeitos na secagem.



Ilustração 2: Armazenamento de madeiras - Maon Madeiras (Debora Coelho, 2014)



Ilustração 1: Armazenamento de madeiras - Oeste Madeiras (Debora Coelho, 2014)

A Serraria Maon apresentou altos teores na umidade nos corpos de prova de todas as amostras, principalmente a de angelim, que é uma madeira de secagem rápida. Tauari (*Couratari ssp.*) e Cedrinho (*Erisma ssp.*) estavam com umidade elevada em todas as serrarias, refletindo os efeitos do clima e do mau acondicionamento das madeiras.

Considerando o clima tropical úmido da região onde se realizou o estudo e as condições de armazenamento a que estão expostas as peças, a secagem industrial se mostraria uma saída para as serrarias de maior porte, mesmo considerando o alto valor de aplicação, os benefícios adquiridos poderiam superar as expectativas dos proprietários, pois é um processo que apresenta controle total das variáveis ambientais possibilitando uma redução do tempo de secagem além de otimização do controle da qualidade da madeira e a possibilidade de giro mais rápido do capital (STANGERLIN, *et al.* 2012; Galvão, 1985). De acordo com um estudo realizado por Sales-Campos *et al.* (2000) apenas 18% das serrarias de Manaus utilizam secagem artificial, enquanto 36% usam secagem natural. E este mesmo autor citando Hummel *et al.* (1994) relata que apenas 26,1% das serrarias de todo o estado do Amazonas fazem usos de processos de secagem, considerando artificial e natural.

Segundo Rosso (2006) citado por Stangerlin *et al.* (2012) a secagem ao ar livre depende das condições atmosféricas, razão pela qual o tempo é relativamente longo, o que representa maiores custos.

Nenhuma das serrarias relatou a presença de problemas significativos relacionados a fungos e insetos, apesar de alguns trabalhos nesta área de pesquisa apontarem o contrário. Segundo Sales-Campos *et al.* (2000) acima de 90% das espécies beneficiadas no polo madeireiro de Manaus são advindas dos rios Purus, Negro e Solimões. Essas árvores são abatidas geralmente na vazante dos rios e permanecem na floresta até as enchentes, dependentes da elevação das águas para serem transportadas. A alta umidade envolvida no processo facilita o aparecimento de fungos e xilófagos. Usualmente as condições climáticas mais quentes são as mais favoráveis para o desenvolvimento de fungos. Por tal razão toras cortadas em florestas tropicais frequentemente se tornam infectadas rapidamente por fungos, antes de chegarem a ser processadas pelas serrarias (MORESCHI, 2013).

5. Conclusões

Das espécies estudadas, duas apresentam alto teor de umidade, o cedrinho e o tauari mas considerando que duas das serrarias têm sua produção voltada para fundação de construções (madeira de azimbre) e afins, uma secagem natural atende à demanda. As demais podem voltar a atenção para um investimento na secagem artificial controlada. Já o angelim-pedra se mostrou propício à secagem natural, independente do regime de chuvas e a alta umidade relativa do ar verificada nessa região.

O armazenamento das madeiras não é adequado, visto que a maior parte das madeiras estão ao ar livre ou somente com a cobertura superior dos galpões. Considerando o regime de chuvas da região, esse aspecto deve ser levado em consideração para aqueles que desejam obter um valor agregado maior a seu produto.

Não foram relatados problemas referentes a fungos e xilófagos relacionados à presença de umidade;

Referências

GALVÃO, A. P. M. de, 1935 – **Secagem racional da madeira**/ Antonio Mendes Paulo Galvão, Ivaldo Pontes Jankowsky. – São Paulo: Nobel, 1985. 110p.

NBR 7190:1997 - Projetos de estrutura de madeiras.

SALES-CAMPOS, C. ABREU, R. L. S. de., VIANEZ, B. F. **Indústrias madeireiras de Manaus, Amazonas, Brasil.** – Manaus: Revista Acta Amazônica,30(2) 319:331, 2000.

CALONEGO, F. W. et al. **Avaliação do teor de umidade da madeira de Eucalyptus grandis por medidores elétricos resistivos.** Revista do Instituto Florestal. São Paulo, v. 18, n. único, p. 71-78, dez. 2006.

GALVÃO, A.P.M. **Estimativas da umidade de equilíbrio da madeira em diferentes cidades do Brasil.** IPEF, Piracicaba, v.11, p.53, 1975.

GALVÃO, A.P.M.; JANKOWSKY, I.P. **Secagem racional da madeira.** São Paulo: Nobel, 1985, 111p.

GALVÃO, A. P. M.; JANKOWSKY, I. P. **Secagem racional da madeira.** São Paulo: Nobel, 1988. 111p.

HAYGREEN, J.G.; BOWYER, J.L. **Forest Products and Wood Science.** Iowa State University Press, Ames, USA, 1982, 495p.

HAYGREEN, J. G.; BOWYER, J. L. **Forest products and wood science: an introduction.** Iowa: Iowa State University Press: AMES, 1996. 484 p.

JANKOWSKY, I. P. **Madeiras Brasileiras.** Caixias do Sul. Spectrum. 1990. 172p.

KLITZKE, R.J. Secagem da madeira. In: OLIVEIRA, J.T.S.; FIEDLER, N.C.; NOGUEIRA, M. **Tecnologias aplicadas ao setor madeireiro.** Jerônimo Monteiro: Suprema Gráfica e Editora, 2007. p.271-342.

KOLLMANN, F. F. P.; CÔTE Jr., W. A. **Principles of wood science and technology: I. solid wood.** New York : Springer-Verlag, 1968. 592 p.

MARTINS, V. A.. **Secagem de madeira serrada.** Brasília, IBDF/DPq — LPF, 1988. 52p.

MORESCHI, J.C. **BIODEGRADAÇÃO E PRESERVAÇÃO DA MADEIRA.** 4ª edição: abril / 2013 Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal da UFPR. 54p.

PANSHIN, A. J.; ZEEUW, C. de. **Textbook of wood technology**. 3rd. ed. New York: McGraw-Hill, 1970. v. 1.

PIZETTA, R.P. **Determinação da melhor metodologia de utilização de um aparelho elétrico medidor de um aparelho resistivo medidor de umidade**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Espírito Santo. Orientador: Djeison César Batista.

SANTINI, E. J. **Alternativas para o monitoramento e controle do processo de secagem de madeira serrada em estufa**. 1996. 198 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal/Setor de Ciências Agrárias) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

SKAAR, C. **Water in wood**. Syracuse, Syracuse University Press, 1972. 318p.

SKAAR, C. **Wood-water relations**. New York: Springer-Verlag, 1988. 283p.

SIAU, J. F. **Wood: Influence of Moisture on Physical Properties**. Dep. of Wood Science and Forest Products, Virginia Polytechnic Institute and State University, 1995, 227p.

SIMPSON, W.T. **Dry kiln operator's manual**. USDA. Forest Products Laboratory, Madison, 1991. p.188-274.

STANGERLIN, D. M.; de Melo, Rafael R.; Santini, Elio J.; Cordeiro, Sidney A. **Comparação econômica entre os métodos de secagem de madeira ao ar livre e em estufa solar**. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, vol. 7, 2012, pp. 850-856 Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco, Brasil.

TSOUMIS, G. **Science and Technology of Wood – Structure, Properties, Utilization, Van Nostrand Reinhold**. New York, 1991, 494p.

WALKER, J. C. F. **Characteristics of stemwood and their manipulation**. In: WALKER, J. C.F. et al. Primary wood processing: principles and practice. London: Chapman & Hall, 1993, 475 p.

ANEXO 1

Questionário 1

Universidade Federal do Amazonas	
PiBic - Aferição do teor de umidade de madeiras comercializadas em 4 madeiras da cidade de Manaus – AM	
Data: _____ / _____ / _____	
Nome Fantasia:	
Proprietário:	
Problema	Presença
Fungos Manchadores	
F. Podridão Branca	
F. Podridão Parda	
F. Podridão Mole	
Coleópteros	
Himenópteros	
Isópteros	
Observações:	

Aplicador: _____