



Comunicação Breve

DETERMINAÇÃO DE UMIDADE EM MADEIRA DE *HYMENAEA COURBARIL L* EXPOSTA A DIFERENTES CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO

Ingrid Rebouças de Moura*, Herbert Ricardo Garcia Viana*; Geovanne Lopes Cruz da Silva**; José Carlos Gomes de Almeida**; Emerson Bruno da Costa**; Wendell Rossine Medeiros de Souza**.

*Universidade Federal do Rio Grande do Norte Programa de pós-graduação em engenharia de produção.

** Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

*Autor para correspondência e-mail: ingridmoura@ufrn.edu.br

PALAVRAS-CHAVE

Teor de umidade
Resistência dos Materiais
Hymenaea courbaril L
Jatobá
Construção em madeira

KEYWORDS

Moisture content
Strength of Materials
Hymenaea courbaril L
Jatobá
Wood Construction

RESUMO: A secagem da madeira é um processo extremamente importante para aferir a qualidade do produto. Esse processo, quando realizado corretamente garante a continuidade de suas características, mesmo quando exposta a condições adversas do meio ambiente. Nesse sentido, o presente artigo tem como objetivo determinar a umidade da madeira da espécie-*Hymenaea courbaril L*. em diferentes condições de armazenamento. Assim, retirou-se uma amostra de cada estabelecimento e foram confeccionados seis corpos de prova, com dimensões de 2,0 cm x 3,0 cm x 5,0 cm ao longo das fibras, como exigido pela NBR 7190/97 - Projeto de estruturas de madeira. Os ensaios foram realizados com aparelho de medição de umidade (MD 814) e pelo método de pesagem. Nas análises realizadas, observou-se pelo aparelho de medição a instabilidade das peças quanto a umidade em ambas as madeiras, e que a madeira pode ser superficialmente afetada pelo clima, porém conservar suas propriedades internamente.

DETERMINATION OF MOISTURE IN WOOD *HYMENAEA COURBARIL L* EXPOSED TO DIFFERENT STORAGE CONDITIONS

Drying the wood is an extremely important process to assess the quality of the product. This process, when carried out correctly, guarantees the continuity of its characteristics, even when exposed to adverse environmental conditions. In this sense, the present article aims to determine the humidity of the wood of the species *Hymenaea courbaril L*. under different storage conditions. Thus, a sample was taken from each establishment and six specimens were made, with dimensions of 2.0 cm x 3.0 cm x 5.0 cm along the fibers, as required by NBR 7190/97 - Design of wooden structures. The tests were carried out with a humidity measuring device (MD 814) and using the weighing method. In the analyzes carried out, the instability of the pieces in terms of humidity in both lumber companies was observed by the measuring device, and that the wood may be superficially affected by the climate, but to retain its properties internally.

Recebido em: 12/01/2020

Aprovação final em: 05/04/2020

DOI: <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2021.v24i2.757>

INTRODUÇÃO

Por meio da secagem correta da madeira, é possível garantir melhorias das características de trabalhabilidade, redução da movimentação dimensional de ataques por fungos e insetos, e maior controle de defeitos (SILVEIRA; REZENDE; VALE, 2013). Levando em consideração essas prerrogativas, podemos concluir que o aferimento do teor de umidade é de grande importância para o adequado emprego do material para as mais diversas finalidades. Segundo Ross (2010), o bom entendimento da variação de umidade presente na madeira, pode garantir maior confiabilidade quanto a seu emprego como elemento estrutural na construção civil.

O fato é que a umidade, pode alterar propriedades físicas e mecânicas, por isso sua verificação deve ser imediata já na fase de planejamento, e seguir até etapas de manutenção de edifícios, ou outros produtos que utilizem esta madeira (DIETSCH *et al.*, 2015). Tanto a secagem, como manuseio e o correto armazenamento do material, contribuem de forma significativa na diminuição de grandes alterações no teor de umidade, que podem ocorrer após a secagem, quando a madeira estiver em serviço, garantindo que o teor de umidade seja controlado dentro dos limites aceitáveis, de forma a evitar maiores problemas dimensionais (BERGMAN, 2010).

Desta forma, o presente artigo tem como objetivo verificar como as diferentes formas de armazenamento podem interferir nas propriedades do material: superficialmente e internamente, e também ser capaz de analisar a eficiência nas medições em campo e em laboratório. Desta maneira, este artigo busca através do emprego da norma ABNT-NBR 7190/97 para Projeto de Estruturas de Madeira, estabelecer os procedimentos para coleta e aferição da umidade de amostras da madeira da espécie Jatobá. Para desenvolvimento deste estudo de caso, dois estabelecimentos da cidade de Angicos/RN foram selecionados para fins comparativos quanto a forma de armazenamento do produto. Posteriormente, o material foi testado em laboratório e *in loco*, com o auxílio do aparelho medidor de umidade MD-814.

REVISÃO DE LITERATURA

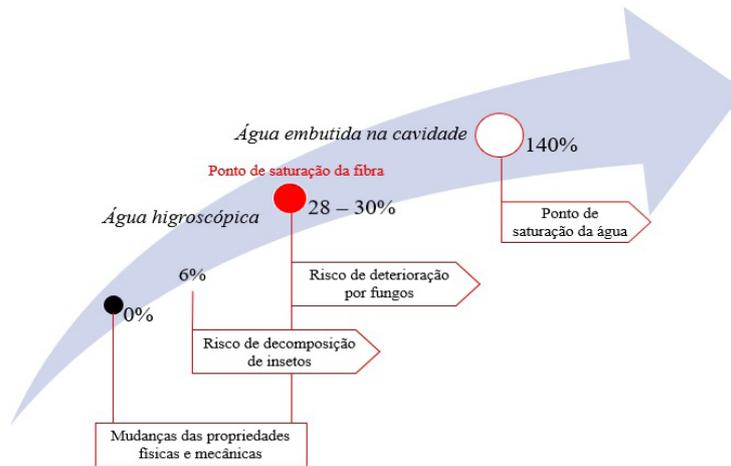
A madeira é um dos recursos da construção civil, bastante utilizada tanto como peça estrutural como em outras etapas de construção, visto que é usado em fôrmas e escoras. Segundo Araújo (2013), o material possui características extremamente atrativas para projetos, devido ao seu isolamento térmico, elétrico e acústico, sua manipulação e usinagem, ótima resistência mecânica, estabilidade e durabilidade, se levar em consideração seu peso quando comparado a outros materiais, proporcionando uma alteração nos demais processos construtivos devido ao peso da edificação, por exemplo sua fundação.

Desta maneira, o produto florestal de maior destaque, é o emprego da madeira na construção civil (RAMAGE *et al.*, 2017). No Brasil, a madeira serrada é mais utilizada, principalmente em projetos de coberturas, esquadrias, forros, pisos e grandes obras de arquitetura, porém vale ressaltar que a extração da madeira deve ocorrer com responsabilidade e não de forma desordenada e em grandes proporções. Com o crescimento populacional a exposição a esse tipo de atividade se intensifica de forma proporcional ao desenvolvimento, em consequência do seu uso diversificado que busca atender toda a sociedade, principalmente no que diz respeito a construção, tornando assim um problema para a utilização do material (PEREIRA, 2010).

Quando é necessário fazer a extração da madeira presente em florestas para projetos de engenharia, Zenid (2009) coloca que a madeira tem como principal obstáculo ser um material vivo, causando diferenças nas suas características, devido ao seu tipo e o ambiente que está se desenvolvendo, variando anatomicamente, fisicamente e mecanicamente. Dietsch *et al.* (2015) afirma que a madeira é considerada um material higroscópico, assim várias de suas propriedades podem ser afetadas pelo teor de umidade presente no seu interior (Figura 1), quando se aproxima de 30%, a umidade é transferida para as paredes celulares da madeira e sua condição biológica a expõe aos mais diversos mecanismos de degradação

existentes na natureza.

Figura 1 – Influência da variabilidade do teor de umidade nas propriedades da madeira.



Fonte: Adaptada de DIETSCH *et al.* (2015).

CARACTERÍSTICAS DA MADEIRA

Nos projetos que necessitam da utilização de madeira, deve ser realizado um levantamento afim de se obter um material de bom desempenho, pois a madeira possui diferentes características que podem afetar seu desempenho estrutural. Perré e Kee (2006) colocam que as características e propriedades do material, também se alteram em função da diversidade biológica e das condições de crescimento do local e do clima, sem contar nas particularidades que cada espécie de madeira carrega.

Com relação a espécie, o Brasil possui uma vasta lista para escolha com diferentes propriedades básicas entre as madeiras, onde as principais diferenças estão ligadas à sua densidade. Ao longo do tempo o uso da madeira fixou-se na confecção de móveis, construção naval e na construção civil, tanto para decoração como para acabamento, é certo que todas as espécies podem encontrar alguma aplicação, desde que devidamente tratada e trabalhada (GONZAGA, 2006).

Para as dimensões, é usado catálogos de normas técnicas feitas pela ABNT, onde as principais são a NBR 7190 – Projeto de Estruturas de Madeira; NBR 7203 - Madeira serrada e beneficiada; NBR 9480 - Classificação de madeira serrada de folhosas; e NBR 12498 - Madeira serrada de coníferas provenientes de reflorestamento, para usos gerais: dimensões e lotes. Essas normas segundo Zenid (2009), devem mostrar nos projetos os seguintes parâmetros, como nome da peça (viga, caibro, ripa etc.) e a respectiva bitola (em mm). Ao especificar dimensões para peças aparelhadas, o usuário deve considerar que a prática comercial é a de referir-se aos valores nominais da madeira serrada em bruto, mencionar as tolerâncias positivas e negativas admitidas (variável em função do grau de processamento das peças) e citar o teor de umidade de referência.

A propriedade principal da madeira, que foi utilizada nas análises presentes nesse trabalho, é o seu teor de umidade, pois possui bastante relação e interfere diretamente em outras propriedades do material, causando variações que podem prejudicar sua utilização. Em geral, Bergman (2010) relata que nenhuma mudança brusca nas dimensões da madeira deveriam ocorrer, se existisse sempre a preocupação em fabricar ou instalar peças, com um teor de umidade que correspondesse às condições atmosféricas médias às quais será exposta.

De tal maneira, que deve ser especificado o teor de umidade, no qual a norma NBR 7190 – Projeto

de Estruturas de Madeira, especifica teor de umidade de 12% para cálculos estruturais. Zenid (2009) diz ainda que para projeto, deve-se especificar o teor de umidade médio e os valores mínimos e máximos, considerando o local de uso da madeira, verificando o teor de umidade das peças do lote, por amostragem, empregando medidores elétricos (ensaio não destrutivo) de acordo com as instruções do fabricante, ou pelo método de perda de massa em estufa (ensaio destrutivo). Este último, apesar de ser mais preciso, requer equipamentos de laboratório e é bem mais demorado.

Segundo Dietsch *et al.* (2015), outra variável a ser considerada é o chamado teor de umidade de equilíbrio (U_{eq}), quando a madeira é armazenada em clima constante, ela pode atingir esse ponto de equilíbrio, influenciado principalmente pela umidade relativa, temperatura, pressão do ar e composição química e estrutural da madeira. A norma brasileira para projetos de estruturas de madeira, define como condição padrão de referência o teor de umidade de acordo com a umidade relativa do ambiente, como apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Classes de umidade.

Classes de umidade	Umidade relativa do ambiente (U_{amb})	Umidade de equilíbrio da madeira (U_{eq})
1	$\leq 65\%$	12%
2	$65\% < U_{amb} \leq 75\%$	15%
3	$75\% < U_{amb} \leq 85\%$	18%
5	$U_{amb} > 85\%$ durante longos períodos	$\geq 25\%$

Fonte: ABNT (1997).

Como já foi relatado em outras seções, cada madeira possui suas diferenças, por tanto cada uma também terá seus defeitos, sejam eles naturais ou em razão do processamento do material. A principal distinção desses defeitos está relacionada ao corte e sua utilização, onde a peça pode ser usada nas dimensões consideradas originais, sem que seja feito um segundo corte na peça. Quando necessário os cortes devem ser extremamente precisos em suas dimensões, levando em consideração as propriedades mecânicas das peças (BELLUZZO; MORABITO, 2005).

No Brasil, existem dois tipos de madeira utilizadas na construção civil, são elas: a madeira não selecionada, que é todo material que não apresenta defeitos que impossibilitem sua utilização e tem as madeiras de primeira qualidade, que são aquelas que não apresentam defeitos algum (ZENID, 2009).

MADEIRA DA ESPÉCIE JATOBÁ

A árvore jatobá, de nome científico *Hymenaea courbaril L.*, é da família *Leguminosae Caesalpinioideae* e segundo Fernandes (2006), é um dos mais comuns tipos de madeiras presente em todo Brasil e de fácil distribuição, sendo muito usada na medicina popular, além da construção civil.

Schulze e Shanley (2010) confirma a existência de grande consentimento no mercado, favorável a seu uso devido sua durabilidade, pois é uma madeira dura, pesada e dificilmente obtém alguma rachadura. Segundo Melo e Mendes (2005), a espécie jatobá apresenta alta densidade básica, cerne vermelho a castanho-avermelhado, alburno branco acinzentado, grão regular e textura de média a grossa, e complementam que as árvores possuem geralmente 30 – 45 m de altura com diâmetro à altura do peito de até 2 m. A casca lisa (raramente áspera com fissuras e sulcos profundos), externamente de coloração cinza ou castanho acinzentado, possui espessura de até 3 cm e coloração interna marrom-avermelhada. O sistema radicular é, geralmente, grande e superficial.

MATERIAL E MÉTODOS

LOCALIZAÇÃO

O presente estudo se limitou a cidade de Angicos, município do estado do Rio Grande do Norte, localizado na microrregião homônima. De acordo com o IBGE (2018), sua população é estimada em 11.956 habitantes com área territorial de 806 km² e clima semiárido.

Assim, no intuito de verificar as medidas de umidade da madeira Jatobá *in loco* e no laboratório e realizar uma discussão acerca do armazenamento e cuidado com a madeira do comércio da região, foram escolhidos dois estabelecimentos, que identificaremos, no intuito de preservar sua identidade, de A e B.

Os dois comércios propositadamente analisados, se distinguem pelo tipo de armazenamento realizado sendo que no estabelecimento A, utiliza um galpão com os lotes de madeira divididos em prateleiras, enquanto o B, mantém as madeiras expostas ao clima ambiente da região.

PROCEDIMENTOS PARA DETERMINAÇÃO DA UMIDADE

Para realização do experimento, primeiramente *in loco*, foi utilizado o medidor em 6 madeiras de um lote (da madeira A e B), verificando a umidade em diferentes pontos ao longo da madeira (Figura 2). Esses valores foram tabulados e trabalhados aplicando-se média aritmética.

Posteriormente, em laboratório, foram separadas 6 amostras de cada madeira, com dimensões dos corpos-de-prova com seção retangular e dimensões nominais de 2,0 cm x 3,0 cm, e comprimento ao longo das fibras de 5,0 cm como exigido na ABNT-NBR 7190/97. Foram coletadas a massa inicial dos corpos de prova (Tabela 1), em balança de precisão (0,01g), e em seguida os mesmos foram colocados na câmara de secagem, uma estufa com temperatura máxima de 103°C ± 2°C como mostra a Figura 3.

Durante a secagem, determinada a cada 6h até que ocorresse uma variação entre duas medidas consecutivas, menor ou igual a 0,5% da última massa medida, considera-se então, essa massa seca. Durante a secagem, a massa dos corpos de prova foram novamente medidas até que não ocorresse mais variação da massa.

Figura 2 – Medição *in loco* utilizando o MD-814.



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 3 - Amostras utilizadas para experimento em laboratório.



Fonte: Dados da pesquisa.

Após as verificações de massa nos corpos de prova, para este artigo, determinou-se o teor de umidade através do método de perda de massa em estufa, que segundo Silveira *et al.* (2018), é obtido por meio de uma equação que leva em consideração o peso da madeira no seu estado seco e no seu estado com água no seu interior, determinada pela Equação 1.

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

Em que,

M_i: Massa úmida inicial

M_s: Massa seca em estufa

U(%): Umidade em porcentagem

De posse de ambos resultados, do aparelho MD-814 e do método de pesagem empregado no laboratório, realizou-se uma comparação entre os estabelecimentos, no intuito de verificar as mudanças do teor de umidade quando a madeira é exposta a diferentes cuidados de armazenamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir, na Tabela 5, é apresentado a média dos valores coletados através do aparelho portátil MD-814.

Segundo a norma, o teor máximo de umidade padrão é de 12%, com isso, verificou-se que ambas as madeiras estavam com o teor de umidade aceitável. Nota-se que, a madeira B obteve baixo teor de umidade, que pode ser justificado em função da sua exposição ao clima quente da região como é explicado em Bergman (2010), Perré e Keey (2006). Também é importante, além de valores médios de referência

citados por Zenid (2009), apresentar a divergência no teor de umidade conforme se aproximava das pontas e das partes que ficavam em contato com outras madeiras (Tabela 6).

Tabela 5 - Umidades medidas com o aparelho *in loco*.

Média de umidade (%)			
Amostras (A)	Umidade (%)	Amostras (B)	Umidade (%)
A1	5,1	B1	1,2
A2	7,4	B2	0,8
A3	13,7	B3	0,4
A4	10,8	B4	3,6
A5	12,2	B5	2,8
A6	15,2	B6	1,4
Média:	10,7		1,7

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 6 - Teores médios de umidade (%) por posição na madeira.

Madeira	Contato	Ponta	Meio
A	16%	8%	6%
B	1,30%	0,80%	1,90%

Fonte: Dados da pesquisa.

Os teores de umidade, principalmente no estabelecimento A, se diferenciam significativamente entre a base e a ponta das madeiras analisadas, a média do teor de umidade entre a parte em contato com outras madeiras e a ponta da mesma tem grande variação, isso indica instabilidade dimensional ao longo da madeira para o processo de secagem, esses resultados refletem a propriedade higroscópica, afetada pelo teor de umidade presente no interior do produto, discutido por Dietsch *et al.* (2015).

Na Tabela 7, estão apresentados os resultados de umidade obtidos em laboratório, pelo método da pesagem, realizado conforme a NBR 7190/97.

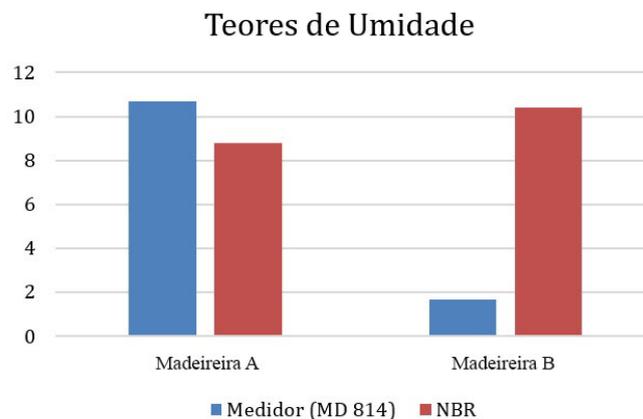
Como observou-se, houveram divergências entre os valores de umidade em laboratório e em *in loco*. Isso pode ter sido influenciado pela forma como a madeira foi cortada para ensaio (Belluzzo e Morabito, 2005), não esquecendo que as leituras realizadas com o aparelho são superficiais e não descarta, segundo Dietsch *et al.* (2015), a possibilidade de conservação, pela madeira, de suas propriedades internamente. Na norma orienta-se que 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.

No gráfico da Figura 4, têm-se os resultados médios obtidos pelo aparelho de medição MD 814 e pelo método de pesagem, a fim de obter-se uma melhor comparação entre as técnicas para determinação do teor de umidade.

Tabela 7 - Umidades medidas em laboratório.

Amostra (A)	Umidade (%)	Amostra (B)	Umidade (%)
Massa Úmida (g)			
A1	29,3	B1	31,5
A2	28,9	B2	29,3
A3	29,5	B3	32,5
A4	29,2	B4	29
A5	28,7	B5	30,7
A6	29,2	B6	29,9
Massa Seca (g)			
A1	26,8	B1	28,4
A2	26,6	B2	26,5
A3	27,2	B3	29,4
A4	26,7	B4	26,3
A5	26,5	B5	27,9
A6	26,9	B6	27,2
Umidade Final (%)			
A1	9,3%	B1	10,9%
A2	8,6%	B2	10,6%
A3	8,5%	B3	10,5%
A4	9,4%	B4	10,3%
A5	8,3%	B5	10,0%
A6	8,6%	B6	9,9%
Média:	8,8%		10,4%

Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 4 - Comparativo dos métodos utilizados para análise de umidade.

Fonte: Dados da pesquisa.

Por meio da Figura 4 apresentada, é possível verificar que na Madeireira A, na qual as peças são cobertas e protegidas da exposição ao sol, a diferença dos valores medidos *in loco* e pelo método da pesagem foram

irrisórios, o que mostra que o aparelho apresenta validação em suas medidas, e podemos justificar a irregularidade de valores de umidade na Madeireira B devido a uma secagem superficial provavelmente explicada pela exposição ao clima, uma vez que em laboratório analisa-se a amostra como um todo.

Por fim, as amostras analisadas foram classificadas de acordo com as classes de umidade exemplificadas na norma NBR 7190/97, para estabelecer em que categoria os estabelecimentos classificam-se. Como resultado, obteve-se as seguintes classes, como mostra a Tabela 8.

Tabela 8 - Classificação do teor de umidade das amostras.

Madeirasas	U _{eq.} (Médio)	Classe
A	8,8%	1
B	10,4%	1

Fonte: Dados da pesquisa.

Salienta-se que quando verificadas quanto a posição *in loco*, as classificações podem variar da Classe 1 para Classe 2, comprovando que o teor de umidade presente na madeira pode ser diretamente influenciado por suas condições de armazenamento, principalmente quando exposto a condições de clima semiárido.

CONCLUSÕES

Com a realização desta pesquisa, observou-se que o estudo cumpriu com os objetivos propostos:

Os dois estabelecimentos analisados comprovaram que as condições de armazenamento afetam diretamente as propriedades de umidade da madeira. Quando exposta ao clima, mesmo que superficialmente ela sofre variações de umidade, embora suas propriedades internas tenham a capacidade de se preservarem de acordo com os resultados obtidos pelo ensaio.

Outra conclusão, é que o aparelho MD-814 é coerente e de fácil manuseio em medições práticas e ágeis, porém não se pode ignorar estudos mais aprofundados em laboratório onde a umidade não é feita somente superficialmente.

Constata-se também, que as madeiras comercializadas na cidade de Angicos, possuem instabilidade dimensional ao longo do tronco para o processo de secagem e essa variação afeta a saturação das fibras da madeira.

Este artigo ressalta a importância desse recurso renovável na execução de uma obra e a necessidade de cuidados mais expressivos quanto ao seu manuseio, e principalmente, sua armazenagem. Embora algumas limitações referentes ao corte do material em laboratório tenham interferido parcialmente nos resultados, registra-se que algumas peças podem apresentar danos futuros em decorrência do tratamento recebido na sua comercialização. É importante em pesquisas futuras a elaboração de planos de tratamento e cuidado da madeira em relação ao seu teor de umidade e expandir estudos a outras espécies do material.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 7190 - Projeto de Estruturas de Madeira**. Rio de Janeiro. 1997. p. 107.

ARAÚJO, R. T. Alternativas sustentáveis de uso da madeira na construção civil. **Revista Especialize On Line**, Manaus, jan. 2013, p.1-15.

BELLUZZO, L.; MORABITO, R. Otimização nos padrões de corte de chapas de fibra de madeira recons-

tituída: um estudo de caso. **Pesquisa Operacional**, v. 25, n. 3, p.391-415, 2005.

BERGMAN, R. Drying and Control of Moisture Content and Dimensional Changes. In: ROSS, R. J. **Wood handbook: wood as an engineering material**. 100. Madison: U.S. Dept. of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 2010. p. 13.1-13.20.

DIETSCH, P.; FRANKE, S.; FRANKE, B.; GAMPER, A.; WINTER, S. Methods to determine wood moisture content and their applicability in monitoring concepts. **Journal of Civil Structural Health Monitoring**. v. 5, p. 115-127, 2015.

FERNANDES, J. M. JATOBÁ (*Hymenaea courbaril* L. – LEGUMINOSAE, CAESALPINIOIDEAE): uso MEDICINAL, CULTIVO E CONTRIBUIÇÕES PARA A ESPÉCIE. **Revista Educação Ambiental**, v. 5, n. 18, p.1-8, 2006.

GONZAGA, A. L. **Madeira: Uso e conservação**. Brasília, DF: IPHAN / MONUMENTA. 2006. p. 246.

IBGE. (2018). **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, disponível em: < <http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 de mar. de 2019.

MELO, M. G. G.; MENDES, Â. M. S. Jatobá: *Hymenaea courbaril* L. **Informativo Técnico Rede de Sementes da Amazônia**, v. 1, n. 9, p.1-2, 2005.

PEREIRA, J.; C.; S. **O Uso de Madeira na Construção Civil: Estudo de caso no Bairro Cidade Nova em Governador Valadares-MG**. 2010. 20 f. Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental, Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Minas Gerais IFMG – Campus Governador Valadares, Governador Valadares, 2010.

PERRÉ, P.; KEEY, R. B. Drying of Wood: Principles and Practices. In: Mujimdar, A. S. **Handbook of Industrial Drying**. 1nd ed. London: Taylor & Francis, London, 2006. p. 822–872.

RAMAGE, M. H.; BURRIDGE, H.; BUSSE-WICHER, M.; FEREDAY, G.; REYNOLDS, T.; SHAH, D. U.; WU, G.; YU, L.; FLEMING, P.; DENSLEY-TINGLEY, D.; ALLWOOD, J.; DUPREE, P.; LINDEN, P. F.; SCHERMAN, O. The wood from the trees: The use of timber in construction. **Renewable And Sustainable Energy Reviews**, v. 68, n. 1, p. 333-359, 2017.

ROSS, R. J. **Wood handbook: wood as an engineering material**. 100nd ed. Madison: Forest Products Laboratory, General Technical Report FPL-GTR-190, 2010. p. 509.

SCHULZE, M.; SHANLEY, P. Árvores e Cipós. In: SHANLEY, P.; MEDINA, G. **Frutíferas e Plantas Úteis na Vida Amazônica**. 1. ed. Belém: Cifor & Imazon, 2010. p. 41-147.

SILVEIRA, J. M.; BATISTA, A. J.; SILVA, A. L. C.; BARBOSA, A. A. C. D.; SOARES, J. B. S.; CHAVES, R. S. G.; SOUZA, W. R. M.; CABRAL, K. C. Variação do teor de umidade na madeira da espécie maçaranduba em três municípios do Rio Grande do Norte. In: **XVI Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira**, 16., 2018, São Carlos. **Anais**. São Carlos: S.n., 2018. v. 1, p. 1-10.

SILVEIRA, L. H. C.; REZENDE, A. V.; 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.

ZENID, G. J. **Madeira na Construção Civil**. 2009. 8 f. Curso de Biociências, Divisão de Produtos Florestais, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.