



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

DIEGO DE CASTRO SOUZA

**UMIDADE DE EQUILÍBRIO DA MADEIRA DE QUATRO ESPÉCIES FLORESTAIS
OBTIDA PELO MÉTODO GRAVIMÉTRICO E POR APARELHO RESISTIVO**

Prof. Dr. HENRIQUE TREVISAN
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
ABRIL – 2021



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

DIEGO DE CASTRO SOUZA

**UMIDADE DE EQUILÍBRIO DA MADEIRA DE QUATRO ESPÉCIES FLORESTAIS
OBTIDA PELO MÉTODO GRAVIMÉTRICO E POR APARELHO RESISTIVO**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Prof. Dr. HENRIQUE TREVISAN
Orientador

SEROPÉDICA, RJ

ABRIL – 2021

**UMIDADE DE EQUILÍBRIO DA MADEIRA DE QUATRO ESPÉCIES
FLORESTAIS OBTIDA PELO MÉTODO GRAVIMÉTRICO E POR APARELHO
RESISTIVO**

DIEGO DE CASTRO SOUZA

Aprovada em: 30/04/2021

Banca Examinadora:

Prof. Dr. HENRIQUE TREVISAN – UFRRJ
Orientador

Prof. Dr. ACACIO GERALDO DE CARVALHO – UFRRJ
Membro

M.Sc. THIAGÓ SÂMPAIO DE SOUZA – UFRRJ
Membro

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais que sempre me apoiaram nesta empreitada. Também todos familiares e amigos que me ajudaram até aqui de alguma forma, desde funcionários técnicos, administrativos e aos saudosos professores.

Dedico também ao inesquecível professor Francisco de Francisco (*in memoriam*), geógrafo de formação, de coração enorme e vasto conhecimento, que me proporcionou o primeiro estágio dentro da faculdade, onde desenvolvemos inúmeros trabalhos em geoprocessamento de dados em desastres naturais. Sempre irá ficar em minha memória.

A cada um dos professores que contribuíram para minha educação/formação desde o início, sendo alguns difíceis de não se recordar, devido ao seu exímio trabalho e dedicação em ensinar e lidar com pessoas.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por não me deixar desistir dos meus sonhos.

À minha família, em nome de meu pai Antero Marcos de Souza, que através de sua forte amizade me fez dar valor a fauna silvestre e aos verdadeiros valores éticos desta vida, além de nunca me deixar desistir dos meus sonhos.

À minha mãe, batalhadora, sábia e dedicada. Através do seu trabalho de orientadora pedagógica de vários jovens, inclusive a mim, demonstrou o valor dos estudos na vida e me ensinou muito através de suas atitudes, educação e amor.

À minha tia Maria Guilhermina que por suas palavras e ensinamentos, onde por meio das caminhadas pelas manhãs, me despertaram o amor pelas plantas, o que me faz hoje eternamente grato a isso. Pois ali, aprendi o respeito pela natureza.

À minha irmã Mirella de Castro Souza que sempre esteve ao meu lado desde sempre. Sendo uma fonte de amizade eterna.

Ao meu orientador, Henrique Trevisan, pela excelência na orientação na melhor linha de pesquisa e ao coorientador e amigo Acacio de Carvalho. Agradeço a cada um dos professores pelos ensinamentos transmitidos, sendo fundamental para o fortalecimento do meu conhecimento e, conseqüentemente, para a realização deste trabalho.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro que me possibilitou uma verdadeira moradia, como uma mãe, e virou a minha casa durante bons anos. Também a todos os mestres que passaram pela minha vida, vocês me ensinaram sobre o curso mais belo de todos. Serei eternamente grato a vocês e a todos educadores que fortaleceram as minhas raízes de conhecimento para que eu pudesse chegar até aqui. Se não fosse todos vocês nada disso seria possível.

A todos os técnicos, amigos e funcionários que me ajudaram a chegar aqui, sempre lembrarei de vocês.

RESUMO

O conhecimento do teor de umidade da madeira é muito relevante para a sua trabalhabilidade e destinação final, sendo que mensurar esse parâmetro durante o processo de secagem consiste em uma etapa fundamental para que esse procedimento seja realizado de maneira correta. Portanto, avaliar a eficiência de diferentes técnicas para medir a umidade da madeira, fornece informações para o aprimoramento do processo de secagem desse material. Nesse contexto, este trabalho objetivou comparar dois métodos de mensuração da umidade de equilíbrio da madeira, através da utilização de um medidor elétrico tipo resistivo e pelo método denominado gravimétrico ou de estufa. O experimento foi realizado utilizando amostras de madeira de quatro espécies florestais: *Eucalyptus urophylla*, *Clitoria fairchildiana*, *Artocarpus heterophyllus* e *Syzygium cumuni*. Dez corpos de prova de cada espécie foram aclimatados em câmara climática ($25 \pm 2^\circ\text{C}$ e $75 \pm 5\%$ umidade relativa) até atingirem o peso constante. Nessa condição, a umidade de equilíbrio foi mensurada pelo aparelho resistivo, nas três regiões anatômicas das amostras (longitudinal, radial e transversal). Posteriormente, calculou-se a umidade de equilíbrio pelo método gravimétrico ou de estufa, tanto na base seca como na úmida. A densidade aparente também foi registrada. A análise desses parâmetros deu-se utilizando estatística descritiva, sendo empregando média e desvio padrão. Todos os valores de umidade registrados utilizando o método gravimétrico na base seca e úmida apresentaram valores superiores em relação aos obtidos quando empregado o aparelho. No entanto, os valores obtidos em base úmida demonstraram ser mais próximos aos obtidos com o emprego do aparelho, sendo que a diferença média para os valores registrados foi, aproximadamente, de 1% e de 2% na base seca, considerando a média de todas as leituras. Em relação às mensurações pelo aparelho, realizadas nos três planos anatômicos, a umidade de equilíbrio apresentou-se com valores equivalentes, sinalizando que o uso do equipamento pode ser realizado em qualquer um destes planos. Portanto, conclui-se que o aparelho elétrico do tipo resistivo fornece leituras de umidade equivalentes as fornecidas pelo método gravimétrico e que são mais condizentes com a umidade na base úmida.

Palavras-chave: Medidor elétrico de umidade; espécies exóticas invasoras; densidade da madeira.

ABSTRACT

The knowledge of the moisture content of the wood is very relevant for its workability and final destination, and measuring this parameter during the drying process is a fundamental step for this procedure to be carried out correctly. Therefore, evaluating the efficiency of different techniques to mediate wood moisture, provides information for improving the drying process of this material. In this context, this work aimed to compare two methods of measuring the wood moisture balance, through the use of a resistive electric meter and by the method called gravimetric or greenhouse. The experiment was carried out using wood samples from four forest species: *Eucalyptus urophylla*, *Clitoria fairchildiana*, *Artocarpus heterophyllus* and *Syzygium cumuni*. Ten specimens of each species were acclimated in a climatic chamber ($25 \pm 2^\circ\text{C}$ and $75 \pm 5\%$ relative humidity) until they reached a constant weight. In this condition, the equilibrium humidity was measured by the resistive device, in the three anatomical regions of the samples (longitudinal, radial and transversal). Subsequently, equilibrium humidity was calculated using the gravimetric or greenhouse method, both on a dry and a wet basis. The apparent density was also recorded. The analysis of these parameters took place using descriptive statistics, using mean and standard deviation. All moisture values recorded using the gravimetric method on a dry and wet basis showed higher values than those obtained when using the device. However, the values obtained on a wet basis proved to be closer to those obtained with the use of the device, with the average difference in the recorded values being approximately 1% and 2% on the dry basis, considering the average of all the readings. Regarding the measurements made by the device, carried out in the three anatomical planes, the equilibrium humidity was presented with equivalent values, signaling that the use of the equipment can be carried out in any of these plans. Therefore, it is concluded that the resistive type electrical device provides moisture readings equivalent to those provided by the gravimetric method and that they are more consistent with the humidity in the wet base.

Keywords: Electric moisture meter; invasive exotic species; wood density.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	1
2.1 A questão da água na madeira	1
2.2 Importância da secagem da madeira.....	2
2.3 Determinação do teor de umidade na madeira.....	2
2.4 O gênero <i>Eucalyptus</i>	3
2.5 <i>Clitoria fairchildiana</i> (R.A. Howard).....	5
2.6 <i>Artocarpus heterophyllus</i> (Lamarck).....	6
2.7 <i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	7
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	8
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
5. CONCLUSÕES	13
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Densidade básica média (g cm ⁻³), umidade de equilíbrio média (%), registrada em aparelho resistivo e umidade na base seca calculada de acordo com a norma NBR 14929, da madeira de quatro espécies florestais.	11
---	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Plantio de eucalipto.	4
Figura 2: Produção de eucalipto no Brasil distribuídos por estados.	5
Figura 3: Sombreiro em plena floração.	6
Figura 4: Jaqueira carregada de frutos.	7
Figura 5: Jamelão (A) e seus frutos (B).	8
Figura 6: Balança de precisão com a presença do corpo de prova.	9
Figura 7: Estufa (A) e corpos de prova (B) mantidos à temperatura de $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$	10
Figura 8: Aparelho medidor de umidade Smart Sensor, mensurando o corpo de prova.	10

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o país com a maior biodiversidade do mundo. Atualmente ele vem sendo ameaçado não só pela devastação das florestas, mas também pela invasão de plantas exóticas em ambientes silvestres. A presença de vegetais exóticos em um ambiente natural pode interferir no desenvolvimento das espécies nativas, podendo provocar extinções locais e regionais, alteração na caracterização e homogeneidade dos ecossistemas, mudanças na ecologia local, além de variações na frequência de incêndios florestais naturais, na redução dos níveis do lençol freático (ZILLER; DECHOUM, 2007) e em alterações nas atividades econômicas (SOUZA *et al.*, 2009).

Segundo Moro *et al.* (2012), espécie exótica invasora é toda espécie que se reproduz de forma eficaz mantendo sua população viável, sendo capaz de se dispersar para ambientes ou lugares distantes do local de onde já se estabeleceu, e a partir disso, está espécie se estabelece e invade a região, impedindo o desenvolvimento de outras plantas na área em questão. Devido a esse problema ambiental, considera-se que a eliminação de espécies vegetais exóticas de ambientes silvestres seja considerada uma ação necessária. Sendo assim, no caso de espécies florestais madeireiras, uma alternativa viável aos resíduos é o aproveitamento da madeira para diversas finalidades. Portanto, conhecer as propriedades tecnológicas dessas madeiras se faz necessário, e dentre os processos envolvidos nesse contexto, avaliar as técnicas de mensuração da umidade configura como uma demanda relevante a esse propósito.

A umidade presente na madeira tem influência em propriedades físico-mecânicas, na diminuição da resistência, favorece a biodegradação pelo ataque de fungos e pode agir sobre a movimentação dimensional de peças processadas (PEREIRA, 2008). Na indústria madeireira, o teor de umidade de peças de madeira serrada necessita ser realizada de forma confiável e rápida. A utilização do medidor elétrico resistivo em usinas de preservação de madeiras torna-se uma ferramenta de tomada de decisões importantes, uma vez que esse tipo de análise é de fácil operacionalidade e gera resultados rápidos (LOPES *et al.*, 2018), quando comparado ao método gravimétrico, o qual é recomendado pela NBR 14929 (ABNT 14929, 2003).

Com isso, buscou-se responder a seguinte pergunta: É possível, por meio do método da "resistência elétrica", medir o teor de umidade da madeira, obtendo-se valores similares ao método gravimétrico, de amostras de madeiras providas de espécies florestais consideradas invasoras de ambientes silvestres? Diante disso, o objetivo do trabalho foi medir e comparar o teor de umidade de equilíbrio da madeira de *Eucalyptus urophylla* (S.T. Blake), *Clitoria fairchildiana* (R.A. Howard), *Artocarpus heterophyllus* (Lamarck) e *Syzygium cumuni* (Linnaeus) pelo método gravimétrico e por aparelho resistivo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A questão da água na madeira

A utilização adequada da madeira se dá pelo conhecimento de diversas propriedades, dentre elas a higroscopicidade (PEREIRA, 2008). A água presente na madeira é geralmente classificada em: (a) água livre ou capilar, sendo localizada nos lúmens celulares e nos espaços intercelulares; e (b) água higroscópica ou de impregnação, aquela que se encontra absorvida nas paredes celulares, principalmente pela celulose e hemicelulose que constituem a maior parte da madeira (KOLLMANN; CÔTE JÚNIOR, 1968). Quando a água livre evapora por completo fica apenas a água higroscópica e isso é denominado ponto de saturação das fibras (PSF), que geralmente corresponde a 28% para os mais variados tipos de madeira.

Outro ponto importante da relação da água na madeira é sem dúvida a umidade de equilíbrio com o ambiente (UE), onde a temperatura e a umidade relativa do ar estão diretamente relacionadas. Essa variável corresponde quando a madeira é seca até não obter umidade (0%) e, após isso, está madeira é inserida em contato direto com o meio ambiente e, devido a sua propriedade higroscópica, está madeira absorve água do ambiente a qual está exposta. Quando a madeira é seca em teores próximos ou iguais a umidade de equilíbrio, se adequando a determinadas condições de uso, temos os problemas referentes a umidade praticamente eliminados (GALVÃO, 1975).

Ainda que a umidade não possa ser considerada como uma propriedade intrínseca da madeira, o seu estudo é indispensável por se tratar de um parâmetro que afeta o comportamento do material, quanto à trabalhabilidade, equilíbrio dimensional, resistência mecânica e durabilidade natural. Por ser um material orgânico e de estrutura complexa e heterogênea, a madeira é altamente higroscópica, contraindo-se e dilatando de acordo com a umidade do ambiente. As alterações nos teores de umidade afetam a geometria das peças em serviço, em virtude da retração e do intumescimento, refletindo nas características de resistência mecânica dos elementos estruturais (SILVA; OLIVEIRA, 2003).

2.2 Importância da secagem da madeira

Para a melhoria da trabalhabilidade e pela busca de uma menor variação dimensional e também uma biodegradação menos acelerada, a secagem da madeira é uma etapa de grande importância nos processos de retirada da água da madeira (HAYGREEN; BOWYER, 1996). Galvão e Jankowsky (1985) salientam que a perda da quantidade percentual de água na madeira reduz consideravelmente o seu peso próprio, conseqüentemente gerando economia no seu transporte. Os autores ainda destacam que, além deste caráter econômico, a transformação racional de madeira bruta em bens de consumo requer secagem para:

- Reduzir a movimentação dimensional a limites aceitáveis, podendo ser as peças produzidas com maior precisão das dimensões;
- Melhorar a atuação dos vernizes e tintas aplicados sobre a madeira;
- Reduzir os riscos do ataque de fungos manchadores e apodrecedores;
- Proporcionar melhor quantidade das juntas de colagem;
- Aumentar a resistência mecânica.

A secagem controlada, efetuadas em estufas e/ou em secadores, proporcionam benefícios adicionais, quando conduzida de acordo com técnicas adequadas, dentre os quais devem ser mencionados, o fato de permitir ajustar o teor de umidade da madeira de acordo com as condições climáticas do local de uso, em qualquer época do ano; elimina insetos e fungos presentes na madeira; minimiza defeitos de secagem como rachaduras, empenamentos e encanoamento (GALVÃO; JANKOWSKY, 1985).

Segundo Jankowsky (2002), uma das operações que mais agregam valor em produtos manufaturados de madeira é sem dúvidas a secagem em secadores ou estufas controladas. Que controlam a umidade e a temperatura das amostras a fim de se obter um material homogêneo. Essas razões motivam uma constante busca na eficiência e melhoria nos secadores e aprimoramento nos processos de secagem.

2.3 Determinação do teor de umidade na madeira

De acordo com Calonego *et al.* (2006), o método gravimétrico de determinação de umidade ainda é o mais preciso, mas apresentando a grande desvantagem pelo fato de ser

destrutivo, de se exigir muito tempo para obtenção da resposta e ser inviável para espécies que tenham componentes voláteis em sua composição. Outra forma de determinar qual o percentual de umidade contido na madeira se dá de forma indireta, utilizando medidores de umidade, os quais podem ser de dois tipos: o capacitivo ou perda de potência (medidores de contato) ou do tipo resistência (medidores de agulhas). Aproximadamente 70 anos atrás houve a descoberta realizada por Stamm, onde foi observada a existência de uma relação entre a umidade da madeira e a resistência à passagem de corrente elétrica, permitindo o desenvolvimento de medidores do tipo de resistência elétrica (SANTINI; MATOS, 1995).

De acordo com James (1998), a maior parte dos medidores de umidade, quando utilizados adequadamente, fornece uma estimativa do teor de umidade de forma rápida e suficientemente precisa para a maioria dos casos, quando abaixo de 30% de umidade. Já Simpson (1991) destaca que 7% é o limite inferior para que os valores aferidos do teor de umidade sejam válidos.

A umidade da madeira consiste na relação entre a massa de água contida na matéria lenhosa e a sua massa, onde o valor é expresso em porcentagem. Esta relação pode ser feita levando em consideração a massa inicial da madeira, ou seja, base úmida ou a massa da madeira completamente seca, chamada de base seca (KLITZKE, 2007). A umidade de base úmida é frequentemente utilizada nas indústrias de celulose e papel, enquanto o teor de umidade base seca é empregado nas indústrias de compensados, empresas produtoras de carvão vegetal, serrarias, indústrias moveleiras, entre outras. O conceito de madeira seca pode variar desde teores de umidade entre 20 e 30% para madeiras secas ao ar livre, até valores inferiores a 20%, no caso da secagem controlada. Além disso, o teor de umidade apropriado depende do produto final a ser fabricado (GLASS; ZELINKA, 2010).

De acordo com Donato (2013), o tempo entre o início da secagem da madeira verde até a obtenção da umidade desejada dependerá de fatores que envolvem as características entre as diferentes espécies, entre cerne e alburno da mesma espécie, bem como a umidade relativa da atmosfera que a circunda, o teor de extrativos, a altura e o comprimento da pilha, o pátio onde se encontra e as condições climáticas locais.

2.4 O gênero *Eucalyptus*

O eucalipto é uma das árvores mais plantadas no mundo e no Brasil (Figura 1). O gênero *Eucalyptus* pertence à família Myrtaceae e o nome tem origem do grego "eu - kalyptós" o que significa "bem - coberto", compreendendo mais de 700 espécies, sendo quase todas originárias da Austrália e da Tasmânia.

As espécies mais plantadas no Brasil são de porte arbóreo. Há divergências quanto à data e ao local dos primeiros plantios no país. Existem relatos de cultivos datados entre 1825 e 1868 no Jardim Botânico e Museu Nacional do Rio de Janeiro, entre 1861 e 1863 no Município de Amparo-SP e em 1868 no Rio Grande do Sul. A partir de 1903, Edmundo Navarro de Andrade, engenheiro agrônomo pioneiro nos estudos sobre o eucalipto no Brasil, iniciou as primeiras pesquisas com eucalipto no Horto Florestal de Rio Claro-SP, que pertencia à Companhia Paulista de Estradas de Ferro (PINTO JÚNIOR *et al.*, 2014). A expansão dos plantios de eucalipto no Brasil foi impulsionada pela Lei de incentivos fiscais ao reflorestamento (Lei nº 5.106/1966), contribuindo assim com uma maior participação no PIB, emprego, renda, impostos e balança comercial (VALADARES; LANDAU; MAIA, 2020).



Figura 1: Plantio de eucalipto.

Fonte: Embrapa Sistemas de Produção.

As espécies mais utilizadas no momento, em função das características de suas madeiras, são: *Eucalyptus grandis* (Hill ex Maiden), *Eucalyptus saligna* (Smith), *E. urophylla*, *Eucalyptus viminalis* (Labill.), híbridos de *E. grandis* x *E. urophylla* e *Eucalyptus dunnii* (Maiden) (região sul do Brasil). Na região Sul também se destaca o potencial de utilização do *Eucalyptus benthamii* (Maid. & Camb.), devido à sua tolerância a geadas (PENTEADO, 2019).

Além da utilização do eucalipto na produção de papel e celulose, a sua madeira é empregada na serraria e na produção de carvão vegetal. Outras partes da planta têm ganhado espaço no mercado, sendo as folhas de eucalipto ricas em óleos essenciais, destinadas na fabricação de produtos de higiene, limpeza, cosméticos e fármacos (VITTI; BRITO, 2003). Para fins medicinais é importante que a espécie seja rica em eucaliptol (mínimo 70%), muito encontrado na espécie *Eucalyptus globulus* (Labill.). Na produção de óleos para perfumaria utilizam-se preferentemente as espécies *Corymbia citriodora* (Hook.) KD Hill & LAS Johnson), rica em citronela, e a espécie *Eucalyptus staigeriana* (F. Muell. ex Bailey), rica em citral (BIZZO; HOVELL; REZENDE, 2009).

Em 2019, a área de árvores plantadas totalizou 9 milhões de hectares, um aumento de 2,4% em relação a 2018 (8,79 milhões de hectares). Desse total, a maioria (77%) foi representada pelo cultivo de eucalipto, com 6,97 milhões de hectares (IBÁ, 2020). A Figura 2 apresenta a distribuição da produção brasileira de eucalipto por estados.

DISTRIBUIÇÃO E EVOLUÇÃO DA ÁREA COM PLANTIOS DE EUCALIPTO POR ESTADO

Distribution of and Changes in Area Planted with Eucalyptus (by state)

Elaboração: FGV e Ibmá. | Source: FGV and Ibmá.

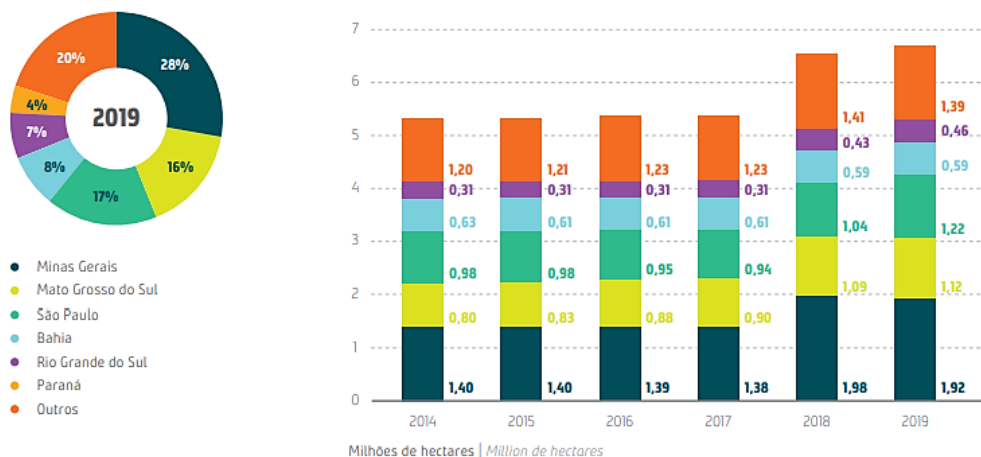


Figura 2: Produção de eucalipto no Brasil distribuídos por estados.

Fonte: IBÁ (2020).

A adoção de boas práticas de manejo, o melhoramento genético e as condições edafoclimáticas do nosso país levaram a um reconhecimento mundial da alta produtividade brasileira, em comparação com os demais países. Em 2019, o Brasil apresentou uma produtividade média de 35,3 m³ por hectare ao ano nos plantios de eucalipto. Essa ligeira queda pode ser atribuída ao efeito das mudanças climáticas, expansão para novas áreas, fatores bióticos e abióticos (IBÁ, 2020).

2.5 *Clitoria fairchildiana* (R.A. Howard)

Popularmente conhecida no Brasil como “sombreiro”, a espécie pertence à família Fabaceae, subfamília Papilionoideae. É uma árvore nativa da região Amazônica e possui ampla distribuição nas regiões sudoeste e norte do Brasil devido ao seu uso em programas de reflorestamento (DANTZGER *et al.*, 2015) e por se tratar de uma espécie rústica e de rápido crescimento (LORENZI, 2008).

Além disso, o sombreiro possui potencial para cobertura de áreas degradadas atuando como adubo verde, uma vez que possui alta capacidade de nodular e fixar nitrogênio (LOSS *et al.*, 2009; NOBRE *et al.*, 2010). É uma planta boa para extração de celulose e suas sementes contêm um óleo comestível, semelhante ao de oliva, rico em vitamina A. A espécie foi introduzida nos Estados Unidos, Ásia, África, Caribe, Colômbia e Venezuela como planta útil para a recuperação de áreas degradadas e na combinação de espécies em sistemas agroflorestais. Cresce em todo o Brasil tropical (GOMES, 2012).

Sua introdução em outros países foi motivada pelo fato de tratar-se de uma espécie fixadora de nitrogênio (MOREIRA *et al.*, 1992), que apresenta crescimento rápido (CORRÊA, 1978), atingindo, aos dois anos de plantio, 5 m de altura e 5 cm de diâmetro à altura do peito (COSTA *et al.*, 2000). Além dessas características, é promissora para compor os sistemas silvipastoris (COSTA *et al.*, 2000). No sistema de cultivo em faixa, o sombreiro melhora a produtividade do milho (LEITE *et al.*, 2008) e é fornecedora de pólen e néctar para abelhas (AGOSTINI; SAZIMA, 2003).

Essa espécie foi cultivada inicialmente no Rio de Janeiro para compor os projetos de arborização urbana e em seguida expandiu-se para a área tropical de outras partes do país

(GOMES, 2012). Apresenta altura de 6-12 m, madeira de cor creme e moderadamente pesada ($0,68 \text{ g cm}^{-3}$), tronco curto e revestido por casca clara, fina, lisa e de baixa durabilidade, mediamente resistente, possibilitando fácil manipulação. É empregada na construção civil, confecção de brinquedos, caixotaria, produção de celulose, tacos, forros e por ser muito elástica é usada na aviação e para fabricação de móveis recurvados (LORENZI, 2008; PAULA; COSTA, 2011; GOMES 2012) (Figura 3).



Figura 3: Sombreiro em plena floração.

Fonte: Giacon (2016).

2.6 *Artocarpus heterophyllus* (Lamarck)

A jaqueira (*A. heterophyllus*, família Moraceae) é originária das florestas tropicais dos Gates Ocidentais no sudoeste da Índia, mas alguns autores argumentam que a Malásia pode ser o possível centro de origem (Acho que caberia uma citação). É encontrada em muitas partes da Ásia, África e América do Sul, se desenvolvendo em regiões quentes e úmidas (RANASINGHE; MADUWANTHI; MARAPANA, 2019). Pertencente à subfamília Moroidae, sendo composto por 37 gêneros e aproximadamente 1100 espécies, de vasta incidência em regiões (DATWYLER; WEIBLEN, 2004).

A espécie foi introduzida no Brasil ainda no período colonial, durante o século XVII (LORENZI *et al.*, 2006; LIMA *et al.*, 2009). Por ser uma árvore de ocorrência em regiões quentes e úmidas, no Brasil é encontrada na região Amazônica e em toda costa tropical (SOUZA *et al.*, 2009). Normalmente atinge uma altura que varia de 8 a 25 metros e apresenta diâmetro do caule de 30-80 cm (PRAKASH *et al.*, 2009), mas no Brasil há indivíduos com dimensões superiores (Figura 4). Apresenta madeira durável, sendo altamente valorizada para fabricação de móveis e instrumentos musicais, e o fruto é base da alimentação e de renda em vários países (ELEVITCH; MANNER, 2006), incluindo diversas regiões do Brasil.



Figura 4: Jaqueira carregada de frutos.

Fonte: Mata (2011).

Como recurso alimentar, o fruto da espécie possui um valor energético significativo, a polpa do fruto - uma de suas partes comestíveis - é composta de 72% de água, sendo rica em proteínas, carboidratos, fibras, cálcio, fósforo, sódio, potássio, dentre outros elementos (MORTON, 1965).

Além de alimentar os menos abastados, a sua madeira apresentava propriedades interessantes para a construção naval. Como não se oxidava em contato com metais, o lenho da jaqueira era adequado à fabricação dos cavernames das embarcações, peças curvas fixadas transversalmente na quilha (HUTTER, 2005). A madeira da jaqueira é branca amarelada, mas escurece quando exposta ao ar, tornando-se semelhante à do mogno (SEAGRI, 2007). A jaqueira possui muitos usos, além do mais frequente uso como alimento e madeira, mas também como corante, combustível e até mesmo na medicina (SCUC, 2006).

2.7 *Syzygium cumini* (L.) Skeels

O jamelão ou jambolão (*S. cumini*, família Myrtaceae) é uma espécie arbórea (Figura 5) que pode atingir seu tamanho real em 40 anos. Esta espécie varia de 30 m na Índia e na Oceania, e na Flórida entre 12-15 m, podendo atingir diâmetro de tronco variando de 0,6-0,9 m. Geralmente a árvore se bifurca em vários troncos a uma curta distância do solo. A casca da parte inferior da árvore é áspera, rachada, descamada e descolorida e mais acima se apresenta lisa e de cor cinza claro. Pode exibir de três a quatro metros e meio de diâmetro de projeção da copa, com folhagem abundante (MORTON, 1987; COSTA, 2017).

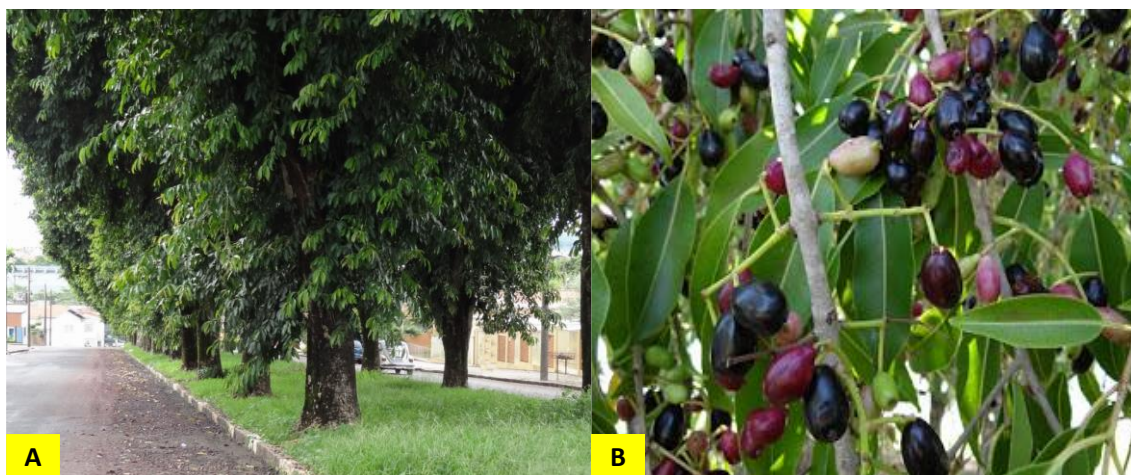


Figura 5: Jamelão (A) e seus frutos (B).

Fonte: Jambolão - abundante, poderoso e benéfico (2017).

Esta espécie era encontrada no subcontinente indiano e em várias outras regiões do sul da Ásia, como Bangladesh, Myanmar, Nepal, Paquistão, Sri Lanka e Indonésia. A planta é adorada na cultura budista e frequentemente plantada ao redor dos templos hinduístas, sendo considerada sagrada. No restante do mundo ela foi introduzida como planta ornamental pela sua madeira e principalmente por seus frutos. Hoje se encontra naturalizada pelo continente asiático, leste do continente africano, Madagascar, América do Sul, Florida e Haváí (LI *et al.*, 2010).

As plantas que são cultivadas no Brasil são geralmente propagadas de forma popular e por viveiros sem a utilização das técnicas de cultivo para pomares, acarretando em plantas com grande variabilidade genética, considerado um problema para o cultivo comercial (LIMA *et al.*, 2007).

Sua madeira é de cor vermelha, cinza-avermelhada ou cinza-acastanhada, com veios estreitos e retos. Quando fresco, o alborno é atacado por escaravelhos e brocas. Quando seco em estufa, o cerne é duro e difícil de trabalhar. É durável na água e resistente a brocas e cupins, com tendência de entortar ligeiramente. Na Índia a madeira do jamelão é comumente usada como vigas e caibros, postes, pontes, barcos, remos, mastros, cochos, forros, implementos agrícolas, carrinhos, rodas sólidas de carrinhos, travessas ferroviárias e fundos de vagões. Às vezes é transformada em móveis ou ainda sendo útil como lenha de combustão (MORTON, 1987).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliadas neste estudo madeiras oriundas de três espécies florestais consideradas invasoras da Mata Atlântica: *S. cumini* (jamelão), *A. heterophyllus* (jaqueira) e *C. fairchildiana* (sombreiro). Ademais, também se considerou a madeira da espécie florestal mais utilizada em plantios florestais, o *Eucalyptus urophylla* (S.T. Blake) (eucalipto). As espécies florestais invasoras compunham parte da vegetação do fragmento florestal situado no Campus Fiocruz Mata Atlântica, Fundação Oswaldo Cruz (CFMA/FIOCRUZ). Indivíduos dessas árvores foram abatidos, em função da autorização de corte dada pela licença nº 002920, concedida pela Secretaria Municipal de Ambiente e Cultura do Rio de Janeiro – SMAC.

Foram selecionados 40 corpos de prova, 10 para cada uma das quatro espécies florestais supracitadas, dentro das normas de padronização de corpos de prova segundo a

ABNT NBR 14929 (ABNT, 2013). Após, cada corpo de prova foi pesado em balança de precisão (Figura 6), de modo a obter o peso seco em temperatura ambiente, e, posteriormente, levado à estufa de secagem à temperatura de $103 \pm 2^\circ\text{C}$, até obtenção de massa constante, para determinação do teor de umidade utilizando a equação (1):

$$U(\%)_{Bs} = \frac{(MU - MS)}{MS} \times 100 \quad (\text{Eq.1})$$

em que:

U% BS = percentagem de umidade em base seca;

MU = massa úmida de madeira; e

MS = massa seca de madeira.



Figura 6: Balança de precisão com a presença do corpo de prova.

Ao final do processo o objetivo era de alcançar uma umidade próxima de 13% para todos os corpos de prova analisados no estudo. A estabilização da umidade foi alcançada em um mês, aproximadamente, através de medições semanais de todos os corpos de prova com o auxílio de balança de precisão. De forma concomitante foi utilizado o aparelho resistivo (Smart Sensor) (Figura 8) para mensurar a umidade percentual nos planos: radial, tangencial e transversal.



Figura 7: Estufa (A) e corpos de prova (B) mantidos à temperatura de $103 \pm 2^\circ\text{C}$.



Figura 8: Aparelho medidor de umidade Smart Sensor, mensurando o corpo de prova.

Também foram calculadas as densidades básicas das quatro espécies arbóreas, através da seguinte equação (2):

$$d \text{ (g cm}^{-3}\text{)} = \frac{m}{V} \quad (\text{Eq. 2})$$

em que:

$d \text{ (g.cm}^{-3}\text{)}$ = densidade da madeira;

m = massa da madeira (g);

V = volume (cm^3).

Os valores referentes ao teor de umidade e densidade da madeira para as diferentes posições e para as quatro espécies foram tabulados em planilha do programa Excel, onde foram obtidos as médias e seus respectivos desvios padrões.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A madeira de eucalipto e jamelão demonstram ter densidade básica similar, já para a madeira de jaqueira observou-se o menor valor médio para esse parâmetro (Tabela 1). Xavier (2020) ao estudar a madeira de três espécies florestais utilizadas no presente estudo (jamelão, jaqueira e sombreiro) observou densidades médias de 0,64; 0,46 e 0,52 g.cm⁻³, respectivamente, valores esses que foram inferiores ao observados neste trabalho (Tabela 1). Oliveira, Hellmeister e Tomazello Filho (2005) avaliaram diferentes espécies de eucalipto, encontraram para a espécie *Eucalyptus citriodora* (Hook.) KD Hill & LAS Johnson) a densidade de 0,73 g.cm⁻³, valor semelhante ao encontrado neste estudo, embora a espécie avaliada tenha sido a *Eucalyptus urophylla* (Tabela 1).

Tabela 1: Densidade básica média (g cm⁻³), umidade de equilíbrio média (%), registrada em aparelho resistivo e umidade na base seca calculada de acordo com a norma NBR 14929, da madeira de quatro espécies florestais.

Madeira	Densidade (gcm ⁻³)	Umidade (%)				
		Aparelho resistivo			NBR 14929	
		Transversal	Longitudinal	Radial	Base seca	Base úmida
Eucalipto	0,75 ± 0,14	8,05 ± 0,37	8,45 ± 0,44	8,40 ± 0,77	10,31 ± 0,34	9,34 ± 0,28
Jamelão	0,75 ± 0,02	9,25 ± 0,56	8,75 ± 0,64	9,10 ± 0,83	10,48 ± 0,26	9,48 ± 0,21
Jaqueira	0,57 ± 0,42	6,70 ± 0,33	6,75 ± 0,90	6,75 ± 0,90	8,68 ± 0,12	7,99 ± 0,18
Sombreiro	0,70 ± 0,05	9,85 ± 0,39	9,10 ± 0,73	9,25 ± 0,64	11,29 ± 3,34	10,07 ± 2,51
Média	0,69	8,46	8,26	8,37	10,19	9,22

De acordo com as normas para procedimentos em estudos de anatomia de madeira proposta por IBAMA (1992), estabeleceu-se faixas para densidade básica da madeira que foram objeto deste estudo, onde considerou que a jaqueira apresenta baixa densidade ($\leq 0,50$ g.cm⁻³) e para as madeiras do jamelão e do sombreiro suas densidades são classificadas como média (0,50 – 0,72 g.cm⁻³). Além disso, a densidade pode apresentar variação de acordo com a idade, entre e dentre indivíduos e conforme o local em que teve o seu desenvolvimento (SANGUMBE *et al.*, 2019), o que poderia explicar as divergências dos resultados supracitados. A densidade é um excelente indicador das propriedades da madeira e que por sua vez pode estar relacionada com inúmeras características intrínsecas que a constituem, tais como a porosidade, heterogeneidade e higroscopicidade (TRAUTENMÜLLER *et al.*, 2014; SANGUMBE *et al.*, 2019). Essa propriedade física se refere à quantidade de parede celular por espaços vazios da peça de madeira em questão, apresentando alterações ao decorrer do tronco, o que interfere diretamente na qualidade do material (RODRIGUES *et al.*, 2018).

Em relação à mensuração da umidade, observou-se que para a técnica onde se empregou o aparelho resistivo a umidade média foi similar, em cada uma das espécies, nos três planos anatômicos, sinalizando que a leitura do aparelho pode ser realizada nestes locais. No entanto, registaram-se valores médios maiores para a madeira de sombreiro e menores para a madeira de jaqueira (Tabela 1). Esses registros, partindo-se do pressuposto que todas as amostras foram climatizadas na mesma condição, podem sinalizar que a madeira de sombreiro

seja mais higroscópica e a de jaqueira menos. Reforçando essa suposição destaca-se o fato de que nos três planos anatômicos a umidade média das madeiras de sombreiro e jaqueira apresentaram-se com maiores e menores teores, respectivamente, quando comparadas com as umidades mensuradas nas demais espécies. Ainda, também corroborando a suposição levantada, salienta-se que esse padrão também foi observado nas mensurações realizadas quando o método gravimétrico foi empregado (Tabela 1).

Sobre a comparação dos métodos empregados para mensurar a umidade da madeira, observou-se que para todas as madeiras, e nos três planos anatômicos, os valores obtidos sinalizam que o aparelho resistivo apresenta teores de umidade inferiores aos obtidos pelo método gravimétrico, tanto para a umidade na base seca ou úmida (Tabela 1). No entanto, é destacável que os valores calculados em base úmida demonstram-se mais próximos aos que foram obtidos pelo aparelho resistivo, demonstrando uma variação média em torno de 1% e na base seca em torno de 2%. Dessa forma, pode-se apontar que o aparelho demonstra apresentar valores que são mais condizentes com a umidade calculada em base úmida. Importante ressaltar que essa observação é realizada com valores observados em todas as madeiras testadas neste experimento, o que reforça a colocação realizada sobre a similaridade dos dados fornecidos pelo aparelho em relação aos obtidos no cálculo em base úmida.

Dias *et al.* (2019) constataram que o medidor capacitivo, diferente do utilizado neste trabalho, forneceu leituras dos teores de umidade mais próximas das que foram obtidas empregando-se o método gravimétrico para a madeira da espécie *E. citriodora*. Teixeira *et al.* (2013) ressaltam que a faixa de confiabilidade dos medidores portáteis situa-se entre 6-30%, destacando o modelo capacitivo TCS74 como sendo o melhor aparelho para medição da umidade dos produtos madeireiros.

Segundo Donato *et al.* (2014), a aferição do teor de umidade da madeira é uma etapa que assume um papel fundamental na previsão do comportamento físico e mecânico do material. Calonego *et al.* (2006) destacam que a avaliação do teor de umidade através de medidores elétricos poderá sofrer interferências causadas pela direção das fibras da madeira, temperatura e profundidade de cravação dos eletrodos, se houver a presença de tratamentos preservativos da madeira, força de pressão das placas de contato, intensidade da corrente elétrica emitida, natureza dos eletrodos e dimensões das peças (GALINA, 1997; CARVALHO, 2010).

As dimensões das peças de madeira constituem um fator determinante para a determinação do método de aferição do teor de umidade. Este fato encontra fundamento na distribuição da umidade no interior da peça: em peças com pequena espessura, a umidade no interior da peça tem uma distribuição uniforme (RODRIGUES, 1999), enquanto que, quanto maior for a espessura da peça, maior será o gradiente de umidade (GALINA, 1997) e, portanto, mais evidentes serão as diferenças de umidade entre o interior e a camada superficial da seção transversal da peça. Sobre essa questão é importante ressaltar que as amostras utilizadas neste trabalho são de pequenas dimensões, o que pode contribuir para leituras mais precisas pelo aparelho resistivo.

Rodrigues e Sales (2000), em avaliação do teor de umidade da madeira por meio da capacitância e da resistividade, obtiveram maior precisão nesse último método. De acordo com Klitzke (2008), a profundidade da penetração dos sensores deve situar-se entre um terço a um quarto da espessura da peça a ser avaliada, deste modo poderá minimizar as questões relativas ao gradiente de umidade. Donato (2013) recomenda que o tipo de aparelho e seus eletrodos devam ser levado em consideração, pois possuem forma variada, as quais são adequadas para diferentes espessuras. Já Teixeira *et al.* (2013) não recomendam o uso desses aparelhos para materiais que apresentem um elevado gradiente de umidade (> 30%).

Complementarmente, informa-se, sobre as madeiras utilizadas neste trabalho, que das três espécies exóticas, a madeira da jaqueira apresenta alto teor de extrativos na região central e pode indicar alta durabilidade (XAVIER, 2020). Quanto a madeira do jamelão, Xavier (2020) encontrou teores de cinzas abaixo de 1%, sendo uma característica desejável à produção de carvão vegetal. Já a madeira do sobreiro apresenta baixo teor de lignina e alto teor de holocelulose, características favoráveis para a produção de polpa celulósica, que são desejáveis para a indústria de celulose e papel, por ser a matéria-prima para a obtenção do produto final (BENITES *et al.*, 2018).

5. CONCLUSÕES

Conclui-se que o aparelho resistivo fornece leituras de umidade equivalentes às obtidas pelo método gravimétrico e que são mais condizentes com a umidade calculada na base úmida, com variação em torno de 1% em relação ao método gravimétrico. Dessa forma, pode-se apontar que o aparelho resistivo demonstra ser eficiente na leitura da umidade de equilíbrio da madeira das espécies florestais estudadas neste trabalho.

Conclui-se ainda que o emprego do aparelho resistivo fornece valores similares de teor de umidade nos três planos anatômicos da madeira, indicando que o uso do aparelho pode ocorrer em distintas regiões.

Recomenda-se experimentos onde se considere amostras de madeiras de maior dimensão, uma vez que essa variável tem influência nos teores de umidade desse material.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINI, K.; SAZIMA, M. Plantas ornamentais e seus recursos para abelhas no Campus da Universidade Estadual de Campinas, Estado de São Paulo, Brasil. **Bragantia**, v. 62, n. 3, p. 335-343, 2003.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Madeira Determinação do teor de umidade de cavacos - Método por secagem em estufa, NBR 14929**. Rio de Janeiro: ABNT, 2003. 17 p.

BENITES, P. K. R. M.; DA SILVA LOPES, A.; GOUVÊA, A. D. F. G.; DA SILVA, F. C.; DE SOUZA, C. C. B. Caracterização tecnológica da madeira de híbridos de eucalipto irrigados e fertirrigados. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 4, p. 1716-1728, 2018.

BIZZO, H. R.; HOVELL, A. M. C.; REZENDE, C. M. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 588-594, 2009.

CALONEGO, F. W.; BATISTA, W. R.; SEVERO, E. T. D.; SANTOS, J. E. G. dos; RIBAS, C. Avaliação do teor de umidade da madeira de *Eucalyptus grandis* por medidores elétricos resistivos. **Revista do Instituto Florestal**, v. 18, n. único, p. 71-78, 2006.

CARVALHO, L. D. **Medição do teor de umidade em materiais de construção**. Dissertação (Engenharia Civil). Porto: Universidade do Porto, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. **Normas para procedimentos em estudos de anatomia de madeira: I – Angiospermae, II – Gimnospermae**. Brasília. 1992. 19 p. (Serie Técnica, 15).

CORRÊA, M. P. **Dicionário das plantas úteis e das exóticas cultivadas**. v. 6. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1978. 777 p.

COSTA, M. C. V. V. **Citotoxicidade, propriedades antioxidantes e avaliação da atividade antimicrobiana do extrato de *Syzygium cumini* (L.) Skeels após irradiação gama**. 2017. 132f. Tese (Tecnologias Energéticas e Nucleares) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE. 2017.

COSTA, N. de L.; LEÔNIDAS, F. das C.; TOWNSEND, C. R.; MAGALHÃES, J. A.; VIEIRA, A. H. Avaliação de leguminosas arbóreas e arbustivas de múltiplo uso na Amazônia ocidental. **Amapá Ciência e Tecnologia**, v. 1, n. 1, p. 51-57, 2000.

Curiosidades Vegetais: O jamelão. In: Curiosidades Vegetais. [s. d.] Disponível em: <https://curiosidadesvegetais.blogspot.com/2018/02/o-jamelao.html>. Acesso em: 10 abr. 2021.

DANTZGER, M.; VASCONCELOS, I. M.; SCORSATO, V.; APARICIO, R.; MARANGONI, S.; MACEDO, M. L. R. Bowman–Birk proteinase inhibitor from *Clitoria fairchildiana* seeds: Isolation, biochemical properties and insecticidal potential. **Phytochemistry**, v. 118, p. 224–235, 2015.

DATWYLER, S. L.; WEIBLEN, G. D. On the origin of the fig: phylogenetic relationships of Moraceae from ndh F sequences. **American Journal of Botany**, v. 91, n. 5, p. 767–777, 2004.

DIAS, J.; FILHO, F.; ARAÚJO, A.; CÉSAR, S.; CUNHA, R. Avaliação comparativa entre métodos de aferição do teor de umidade em peças de madeira de dimensões reduzidas. In: **Impactos das Tecnologias nas Engenharias 3**. Ponta Grossa-PR: Atena, 2019. p. 171–179.

DONATO, D. B. **Métodos de amostragem e de determinação do teor de umidade da madeira em tora**. 2013. 58f. Dissertação (Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 2013.

PRAKASH, O.; KUMAR, R.; MISHRA, A.; GUPTA, R. *Artocarpus heterophyllus* (Jackfruit): An overview. **Pharmacognosy Reviews**, v. 3, p. 353–358, 2009.

GALINA, I. C. M. **Variação da resistência elétrica em madeiras visando o agrupamento de espécies**. 1997. 93f. Dissertação (Mestre em Ciências) - Escola Superior de Agronomia da Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP. 1997.

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

GALVÃO, A. P. M. **Estimativas da umidade de equilíbrio da madeira em diferentes cidades do Brasil**. IPEF, n. 11, p. 53-65, 1975.

GIACON, G. Viveiro Sombreiro (*Clitoria fairchildiana*). In: Viveiro Ciprest - plantas nativas e exóticas. 2016. Disponível em: <http://ciprest.blogspot.com/2016/10/sombreiro-clitoria-fairchildiana.html>. Acesso em: 20 mar. 2021.

GLASS, S. V.; ZELINKA, S. L. **Moisture relations and physical properties of wood**. In: Forest products laboratory. Wood Handbook—Wood as an engineering material. U.S. Madison: Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 2010. Pag. 4-19.

GOMES, L. A. G. de. **Guia da biodiversidade de Fabaceae do Alto Rio Negro**. Manaus-AM: [s. n.], (Projeto Fronteira), 2012. 118p.

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

HUTTER, L. M. **Navegação nos séculos XVII e XVIII**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005. 408p.

IBÁ- Indústria Brasileira de Árvores. Relatório Anual 2020. São Paulo-SP: [s. n.], 2020. Anual. Disponível em: <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-iba-2020.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2021.

JAMBOLÃO - Abundante, poderoso e benéfico. In: Mais Peruibe. 7 maio 2017. Disponível em: <https://www.maisperuibe.com.br/2017/05/jambolao-abundante-poderoso-e-benefico/>. Acesso em: 10 abr. 2021.

JAMES, W. L. **Electric moisture meters for wood**. Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-6. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory; 1988. 17 p., v. 006, 1988.

JANKOWSKY, I. P. Secagem e qualidade: agregando valor aos manufaturados de madeira. **Revista da Madeira**, n. 63, p. 56-60, 2002.

KLITZKE, R. J. Secagem da madeira. In: OLIVEIRA, J. T. S.; FIEDLER, N. C.; NOGUEIRA, M. (orgs.). **Tecnologias aplicadas ao setor madeireiro**. Jerônimo Monteiro-ES: Suprema Gráfica, 2007. pp. 271-341.

KLITZKE, R. J. **Secagem da madeira**. Curitiba-PR: UFPR, 2008. 98 p.

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

LEITE, A. A. L.; FERRAZ JUNIOR, A. S. de L.; MOURA, E. G. de; AGUIAR, A. das C. F. Comportamento de dois genótipos de milho cultivados em sistema de aléias preestabelecido com diferentes leguminosas arbóreas. **Bragantia**, v. 67, n. 4, p. 875-882, 2008.

LI, L.; ADAMS, L. S.; CHEN, S.; KILLIAN, C.; AHMED, A.; SEERAM, N. P. Eugenia jambolana Lam. berry extract inhibits growth and induces apoptosis of human breast cancer but not non-tumorigenic breast cells. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 57, n. 3, p. 826-831, 2009.

LIMA, J. F.; FONSECA, V. J. A.; MORAES, J. C. C.; ALMEIDA, J.; VIEIRA, E. L.; PEIXOTO, C. P. Germinação de sementes pré-embebidas e crescimento de 24 plantas de *Artocarpus heterophyllus* Lam. **Scientia Agraria**, v. 10, n. 6, p. 437-441, 2009.

LIMA, Y.; RITTER, M.; ALCANTARA, G.; LIMA, D.; FOGAÇA, L.; QUOIRIN, M.; CUQUEL, F.; BIASI, L. TIPOS DE ESTACAS E SUBSTRATOS NO ENRAIZAMENTO DE JAMBOLÃO. **Scientia agraria**, ISSN 1983-2443, Vol. 8, No. 4, 2007, pags. 449-453, v. 8, 2007.

LOPES, D. J. V.; PAES, J. B.; JANKOWSKY, I. P.; SEGUNDINHO, P. G. D. A.; VIDAURRE, G. B. Influências do diâmetro e umidade da madeira na qualidade do tratamento preservativo. **Floresta e Ambiente**, v. 24, e20160207, 2018.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 5. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2008. 384p.

LORENZI, H.; BACHER, L.; LACERDA, M.; SARTORI, S. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo in natura)**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda, 2006. 672 p.

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; FERREIRA, E. P.; SANTOS, L. L.; BEUTLER, S. J.; FERRAZ JÚNIOR, A. S. L. Frações oxidáveis do carbono orgânico em argissolo vermelho-amarelo sob sistema de aleias. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 4, p. 867-874, 2009.

MOREIRA, F. M. de S.; SILVA, M. F. da; FARIA, S. M. de. Occurrence of nodulation in legume species in the Amazon region of Brazil. **New Phytologist**, v. 121, n. 4, p. 563-570, 1992.

MORO, M. F.; SOUZA, V. C.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; QUEIROZ, L. P.; FRAGA, C. N.; RODAL, M. J. N.; ARAÚJO, F. S.; MARTINS, F. R. 2012. Alienígenas na sala: o que fazer com espécies exóticas em trabalhos de taxonomia, florística e fitossociologia? **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n. 4, p. 991-999, 2012.

MORTON, J. F. Jambolan. In: **Fruits of warm climates**. Miami-FL: [s. n.], 1987. pp. 375–378. E-book. Disponível em: <https://www.hort.purdue.edu/newcrop/morton/jambolan.html>. Acesso em: 10 abr. 2021.

MORTON, J. F. The Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.): Its Culture, Varieties and Utilization. In: **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**. 1965. p. 336-344.

NOBRE, C. P.; FERRAZ JÚNIOR, A. S. L.; GOTO, B. T.; BERBARA, R. L. L.; NOGUEIRA, M. D. C. Fungos micorrízicos arbusculares em sistema de aléias no Estado do Maranhão, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 40, n. 4, p. 641-646, 2010.

OLIVEIRA, J. T. da S.; HELLMMEISTER, J. C.; TOMAZELLO FILHO, M. Variação do teor de umidade e da densidade básica na madeira de sete espécies de eucalipto. **Revista Árvore**, v. 29, n. 1, p. 115–127, 2005.

PAULA, J. E. de; COSTA, K. P. **Densidade da madeira de 932 espécies nativas do Brasil**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2011. 248 p.

PENTEADO, J. **Perguntas e Respostas - Portal Embrapa**. [s. l.], 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/florestas/transferencia-de-tecnologia/eucalipto/perguntas-e-respostas>. Acesso em: 20 mar. 2021.

PEREIRA, J. T. M. **Avaliação de equipamento medidor elétrico resistivo de umidade da madeira utilizando amostras de eucalipto e pinus**. 24 f. 2008. Monografia (Engenharia Florestal) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ, 2008.

PINTO JÚNIOR, J. E. P.; SANTAROSA, E.; GOULART, I. C. G. R. Transferência de tecnologia florestal: cultivo de eucalipto em propriedades rurais: diversificação da produção e renda. In: SANTAROSA, E.; PENTEADO JÚNIOR, J. F.; GOULART, I. C. G. dos R. (eds.).

Cultivo de eucalipto em propriedades rurais: diversificação da produção e renda. Brasília-DF: Embrapa, 2014. 138 p. TTflorestal: transferência de tecnologia florestal.

PRAKASH, O.; KUMAR, R.; MISHRA, A.; GUPTA, R. *Artocarpus heterophyllus* (Jackfruit): An overview. **Pharmacognosy Reviews**, v. 3, n. 6, p. 353-358, 2009.

QUENIA G. G. DA MATA. Jaqueira. In: Fotos do Cerrado. 2011. Disponível em: <http://fotosdaquenia.blogspot.com/2011/11/jaqueira.html>. Acesso em: 20 mar. 2021.

RANASINGHE, R. A. S. N.; MADUWANTHI, S. D. T.; MARAPANA, R. A. U. J. Nutritional and Health Benefits of Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.): A Review. **International Journal of Food Science**, v. 2019, p. e4327183, 2019.

RODRIGUES, W.; SALES, A. Determinação do teor de umidade da madeira por meio de medidores elétricos, In: VII ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 2000, **Anais...** São Carlos, SP: LAMEM/EESC/USP, 2000.

RODRIGUES, W. **Determinação do teor de umidade em madeiras por meio de medidores elétricos.** 1999. 69 f. Dissertação (Ciência e Engenharia de Materiais) - Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 1999.

SANGUMBE, L. M. V.; PIRES, L. M. E.; ASCENÇÃO, J. A. Densidade básica e características anatômicas da madeira de nove espécies da floresta do Maiombe, Província de Cabinda, Angola. **Revista Digital de Medio Ambiente**, n. 57, p. 12-25, 2019.

SANTINI, E. J.; MATOS, J. L. M. Relação entre resistência elétrica, temperatura e teor de umidade para madeira de *Pinus elliottii* Engelm submetida a diferentes temperaturas de secagem: resultados preliminares. **Revista Ciência Florestal**, v. 5, n. 1, p. 139- 154, 1995.

SCUC - Southampton Centre for Underutilised Crops. **Jackfruit *Artocarpus heterophyllus*, Field Manual for Extension Workers and Farmers.** SCUC, UK, Southampton, 2006. 27 p.

SEAGRI – Secretaria da Agricultura, Pecuária, Irrigação, Pesca e Aquicultura. **Jaqueiras derrubadas no Recôncavo para fabricação de móveis | seagri.ba.gov.br.** [s. l.], 2007. Disponível em: <http://www.seagri.ba.gov.br/noticias/2007/07/23/jaqueiras-derrubadas-no-rec%C3%B4ncavo-para-fabrica%C3%A7%C3%A3o-de-moveis>. Acesso em: 20 mar. 2021.

SILVA, J. C.; OLIVEIRA, J. T. S. Avaliação das propriedades higroscópicas da madeira de *Eucalyptus saligna* Sm., em diferentes condições de umidade relativa do ar. **Revista Árvore**, v. 27, n. 2, p. 233-239, 2003.

SIMPSON, W. T. **Dry kiln operator's manual.** Madison: United States Department of Agriculture - USDA, 1991. 274 p.

SOUZA, R. C. C. L.; CALAZANS, S. H.; SILVA, E. P. Impacto das espécies invasoras no ambiente aquático. **Ciência e Cultura**, v. 61, n. 1, p. 35-41, 2009.

SOUZA, S.; CHAVES, M. A.; BONOMO, R. C. F.; SOARES, R. D.; PINTO, E.; COTA, I. R. Desidratação osmótica de frutículos de jaca (*Artocarpus integrifolia* L.): aplicação de modelos matemáticos. **Acta Scientiarum Technology**, v. 31, n. 2, p. 225-230, 2009.

TEIXEIRA, R. U.; LANA, A. Q.; CARNEIRO, A. C. O.; CARVALHO, A. M. M. L.; SANTIGO, R. COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS GRAVIMÉTRICO E MEDIDORES

ELÉTRICOS DE DETERMINAÇÃO DE TEORES DE UMIDADE DE MADEIRA | Galoá Proceedings. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA MADEIRA2013, Petrópolis-RJ. **Anais...** Petrópolis-RJ: Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia da Madeira - SBCTEM, 2013.

TRAUTENMÜLLER, J. W. BALBINOT, R.; BORELLA, J.; TREVISAN, R.; BALESTRIN, D.; VENDRUSCOLO, R.; SABADINI, A. M. Variação longitudinal da massa específica básica da madeira de *Cordia americana* e *Alchornea triplinervia*. **Ciência Rural**, v. 44, n. 5, p. 817-821, 2014.

VALADARES, G. M.; LANDAU, E. C.; MAIA, N. L. M. **Evolução da produção de eucalipto (*Eucalyptus* spp. e outros gêneros, Myrtaceae)**. [s. l.]: In: LANDAU, E. C., 2020. E-book. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1122712>. Acesso em: 20 mar. 2021.

VITTI, A. M. S.; BRITO, J. O. **Óleo essencial de eucalipto**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2003. 26 p. (Documentos Florestais, 17).

XAVIER, C. N. Avaliação da madeira de espécies exóticas invasoras em unidade de conservação. 2020. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/42949>. Acesso em: 10 abr. 2021.

XAVIER, C. N.; ANDRADE, A. C. A.; SILVA, J. R. M.; CARVALHO, A. M. Qualificação da superfície aplainada da madeira da jaqueira. **Anais...**; Florianópolis, 2017.

ZILLER, S. R.; DECHOUM, M. S. Degradação ambiental causada por plantas exóticas invasoras e soluções para o manejo em unidades de conservação de proteção integral. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 58., 2007, **Anais...** São Paulo: Sociedade Botânica do Brasil, 2007. p. 356-360.