

POTENCIAL MADEIREIRO DE ESPÉCIES EXÓTICAS INVASORAS

Data de aceite: 13/03/2023

Carolina Nogueira Xavier

Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia da Madeira, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil

Raphaelly de Oliveira Ferreira

Engenharia Florestal, Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil

Pedro Henrique de Paula Silva

Engenharia Florestal, Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil

Wigor Deivid de Melo Santos

Engenharia Florestal, Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil

Enzo Messias Custodio Niza

Engenharia Florestal, Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil

Amanda Camargos de Moura

Engenharia Florestal, Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil

José Reinaldo Moreira da Silva

Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil

Paulo Fernando Trugilho

Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil

Andrea Vanini

Área de Saúde Ambiental, Fiocruz Mata Atlântica, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Alexandre Monteiro de Carvalho

Departamento de Produtos Florestais, Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, Brasil

RESUMO: Árvores de espécies exóticas invasoras causam diversos problemas à biota mundial. Embora a remoção de tais espécies seja importante para o restabelecimento do equilíbrio do ecossistema, o destino mais adequado do material gerado ainda é controverso. A falta de conhecimento sobre as características das madeiras torna difícil indicar os usos mais adequados, o que acarreta baixo valor agregado do material. O objetivo do estudo foi avaliar as propriedades físicas e mecânicas e indicar as alternativas de uso das madeiras oriundas de espécies exóticas

invasoras da Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica. Foram estudadas três espécies *Artocarpus heterophyllus* Lamarck (jaqueira), *Syzygium cumini* (L.) Skeels (jamelão) e *Clitoria fairchildiana* R.A. Howard (sombreiro). As propriedades físicas foram determinadas segundo a NBR 7190 (ABNT, 1997) e as propriedades mecânicas de acordo com a ASTM D143 (ASTM, 2014). A densidade básica da madeira de jaqueira foi classificada como baixa e do jamelão e sombreiro como média. O coeficiente de anisotropia das três espécies de madeira analisadas foi considerado normal. A madeira de jamelão foi a espécie que apresentou a maior resistência mecânica. As três espécies possuem propriedades físicas apropriadas para serem empregadas no setor moveleiro e a madeira de jamelão apresentou resistência mecânica adequada para ser utilizada na construção civil.

PALAVRAS-CHAVE: *Artocarpus heterophyllus*. *Clitoria fairchildiana*. Qualidade da madeira. *Syzygium cumini*.

INTRODUÇÃO

De acordo com definição adotada pela Convenção Internacional sobre Diversidade Biológica (CDB) na sexta Conferência das Partes (COP-6, 2002), espécie exótica invasora é aquela que quando estabelecida em um novo habitat expande sua distribuição, ameaçando a diversidade biológica nativa. As espécies exóticas invasoras contribuem para a homogeneização da paisagem, reduzem a biodiversidade e alteram o funcionamento do ecossistema de maneira indesejável (CARDINALE *et al.*, 2012; GAERTNER *et al.*, 2011).

Um estudo realizado sobre o controle das espécies arbóreas exóticas invasoras na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica (EFMA) analisou características relacionadas à ecologia das espécies, tais como dispersão, fenologia, capacidade de regeneração, interação biótica e abiótica e estrutura da população. Também foi feito um estudo com enfoque no tamanho, distribuição no local e distribuição diamétricas dos fustes. Assim, foi possível observar o maior potencial invasor das espécies jaqueira e jamelão, ambos com dispersão zoocórica, seguido do sombreiro com dispersão autocórica (FIOTEC - BNDES Mata Atlântica, 2016).

O sombreiro possui potencial invasivo devido à alta produção de sementes, ao alto poder germinativo e rápido crescimento (SANTANA, 2020). Outra característica que pode facilitar o estabelecimento da espécie em regiões diferentes das originais é seu potencial efeito alelopático observado em estudo realizado por Soares *et al.* (2002). O mesmo autor enfatiza que essa espécie é recomendada como pioneira em modelos de restauração de áreas degradadas. Porém, deve-se tomar cuidado, visto que devido aos efeitos fitotóxicos observados no campo, o sombreiro pode comprometer o desenvolvimento normal do processo sucessional pela inibição do desenvolvimento radicular das sementes que estão no banco de sementes natural do ambiente.

Jaqueira, jamelão e sombreiro estão listados entre as espécies invasoras nas Unidades de Conservação Federais do Brasil (SAMPAIO; SCHIMIDT, 2014). Elas também

estão incluídas na lista de espécies vegetais exóticas invasoras no Município do Rio de Janeiro, segundo a Resolução SMAC nº 544, de 28 de março de 2014 da Secretaria Municipal de Meio Ambiente. As espécies jaqueira e jamelão estão incluídas na lista oficial das espécies exóticas no Estado de Santa Catarina, pela Resolução nº 8, de 14 de setembro de 2012 em Santa Catarina/CONSEMA. No Estado do Rio Grande do Sul o jamelão é reconhecido como espécie exótica invasora, de acordo com a Portaria nº 79/2013 do Rio Grande do Sul/SEMA.

As espécies exóticas invasoras são uma das principais causas de extinção de espécies nativas, portanto, devem ser excluídas de áreas estabelecidas para a conservação de ecossistemas (DECHOUM *et al.*, 2018). Ações que visam à remoção das espécies exóticas invasoras são necessárias para o restabelecimento do equilíbrio da biodiversidade. Contudo, a supressão dessas árvores gera outro desafio, que é a destinação do material lenhoso.

Segundo o guia de orientação para o manejo de espécies exóticas invasoras em unidades de conservação federais do ICMBio (2019), a forma mais comum de destinação do material lenhoso de árvores suprimidas é deixar no campo para decomposição. Alternativas para transformação desse material em produtos com maior valor agregado seriam vantajosas. A utilização como matéria-prima alternativa visando a fins madeireiros é uma opção viável.

Na Indonésia a madeira de jaqueira é utilizada para confecção de navios, classificada como madeira forte e durável, conforme os requisitos estabelecidos para a confecção de embarcações (THAIB *et al.*, 2019). Na Índia, a madeira da jaqueira é utilizada no tingimento de tecido (SAMANTA *et al.*, 2009).

Ramananantoandro *et al.* (2016) relataram que a *Syzygium cumini* pode ser uma madeira alternativa para substituir espécies de alto valor agregado em Madagascar, entretanto estudos sobre a estética e as propriedades mecânicas são necessários. Pesquisas sobre as propriedades da madeira de sombreiro não foram encontradas na literatura.

Estudos para possibilitar o uso de madeiras oriundas de espécies exóticas invasoras são escassos, visto que a pesquisa básica sobre invasões biológicas prepondera sobre o manejo e o controle (ZENNI *et al.*, 2016).

Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi determinar as propriedades físicas e mecânicas das madeiras de espécies exóticas invasoras da Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica e indicar suas alternativas de uso potenciais.

MATERIAL & MÉTODOS

Área de estudo e amostragem das árvores

O estudo foi realizado na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica (EFMA), pertencente à Fundação Oswaldo Cruz, localizada na vertente leste da Floresta da Pedra Branca e sobreposta ao Parque Estadual da Pedra Branca e sua zona de amortecimento.

Foram estudadas três espécies exóticas invasoras: *Syzygium cumini* (L.) Skeels (jamelão), *Artocarpus heterophyllus* Lamarck (jaqueira) e *Clitoria fairchildiana* R. A. Howard (sombreiro). Para cada espécie, foram selecionadas nove árvores, todas georreferenciadas. A supressão foi realizada em conformidade com a licença de corte n° 002920, concedida pela Secretaria Municipal de Ambiente e Cultura do Rio de Janeiro (SMAC). As árvores apresentaram distância entre si variando de 20 a 400 m, 30 a 250 m, 20 a 500 m, para jaqueira, jamelão e sombreiro, respectivamente. A escolha de árvores com maior distância entre si teve a finalidade de diminuir a possibilidade de serem oriundas de uma mesma planta-mãe. As amostras de madeira foram registradas (Tabela 1) e depositadas na Xiloteca do Departamento de Produtos Florestais do Instituto de Florestas da UFRRJ.

Tabela 1. Números de registro das espécies estudadas na Xiloteca do Departamento de Produtos Florestais do Instituto de Florestas da UFRRJ.

| Família | Nome científico | Nome vulgar | Número de registro |
|-----------|--|-------------|--------------------|
| Myrtaceae | <i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels | Jamelão | 7839 |
| | | | 7840 |
| | | | 7841 |
| | | | 7842 |
| | | | 7843 |
| | | | 7844 |
| Moraceae | <i>Artocarpus heterophyllus</i> Lamarck | Jaqueira | 7829 |
| | | | 7830 |
| | | | 7831 |
| | | | 7832 |
| Fabaceae | <i>Clitoria fairchildiana</i> R.A.Howard | Sombreiro | 7833 |
| | | | 7834 |
| | | | 7835 |
| | | | 7836 |
| | | | 7837 |
| | | | 7838 |

Espécies estudadas

A espécie *Artocarpus heterophyllus*, conhecida popularmente como jaqueira, pertence à família Moraceae. É considerada uma árvore frutífera exótica, originária da Índia. A jaqueira (Figura 1A) é considerada uma árvore de grande porte, atingindo mais de 10 m de altura, monóica e exibe cauliflora (CRANE *et al.*, 2002). É perenifólia, cuja floração se estende de outubro a janeiro (BARBOSA, 2016) e frutifica durante todo o ano, com grande parte dessa frutificação ocorrendo com mais frequência nos meses de verão, de dezembro a fevereiro (CUNHA *et al.*, 2006).

A espécie *Syzygium cumini* (L.) Skeels (Figura 1B), cuja sinonímia científica é *Eugenia jambolana* Lam. e *Syzygium jambolanum* DC, é conhecida popularmente como jambolão, azeitona, azeitona-roxa, jamelão, azeitona doce ou jambul. É uma espécie frutífera exótica de origem indiana com folhas simples e frutos de coloração roxo escuro, pertencente à família Myrtaceae. Tem sua copa densa e larga, razão pela qual é amplamente cultivada como árvore ornamental e para sombra (LORENZI *et al.*, 2006). Pode atingir altura de até 20 m, possui floração entre setembro e novembro (LORENZI *et al.*, 2003) e frutificação de janeiro a maio (VIZZOTTO; FETTER, 2009).

A *Clitoria fairchildiana* R. A. Howard (Figura 1C), popularmente conhecida como faveira, sombreiro ou palheteira, é uma espécie arbórea de médio a grande porte, pertencente à família Fabaceae e subfamília Papilionoideae nativa da região Amazônica. Possui copa frondosa, atingindo altura de 6 a 12 m, com floração no verão e frutificação em maio-julho, quando se inicia a queda das folhas. Produz anualmente grande quantidade de sementes viáveis, cuja massa é de aproximadamente 1.800 sementes por quilograma (LORENZI, 1992).

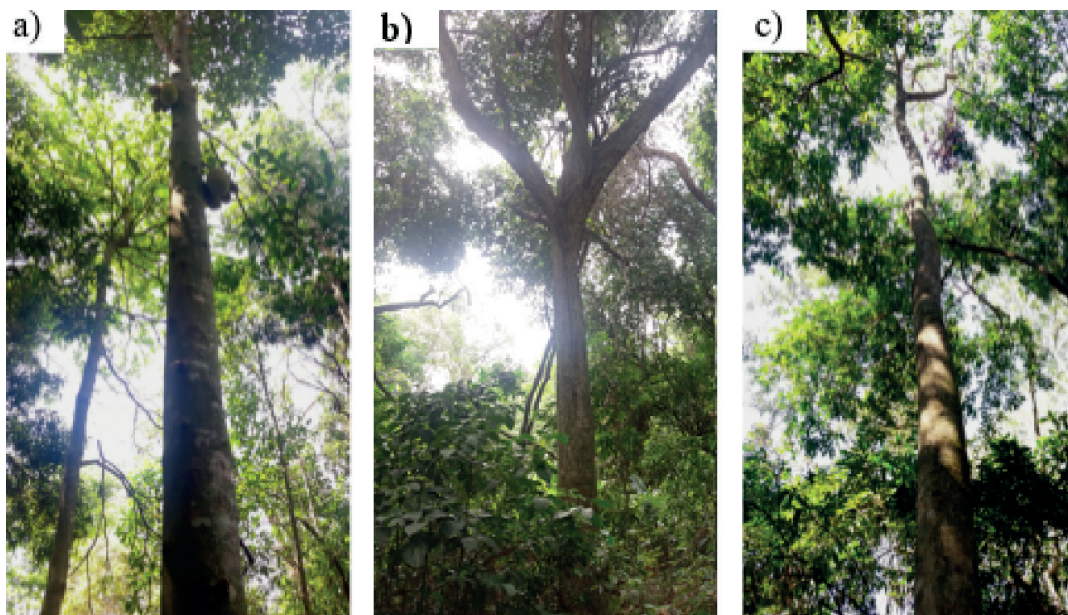


Figura 1. Exemplos de jaqueira (A), jamelão (B) e sombreiro (C) da Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica utilizados no estudo. Ano: 2020.

DESDOBRO PRIMÁRIO

Após a supressão das árvores, retiraram-se toras com dois metros de comprimento da região basal das árvores (Figura 2A). Em seguida, as toras foram transportadas para a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) para a realização do desdobro primário na serraria do Instituto de Florestas. A operação de desdobro foi feita em serra de fita vertical (Figura 2B) para obtenção de tábuas com 3 cm de espessura e pranchão central com 8 cm de espessura para a confecção dos corpos-de-prova, para determinação das propriedades físicas e mecânicas.

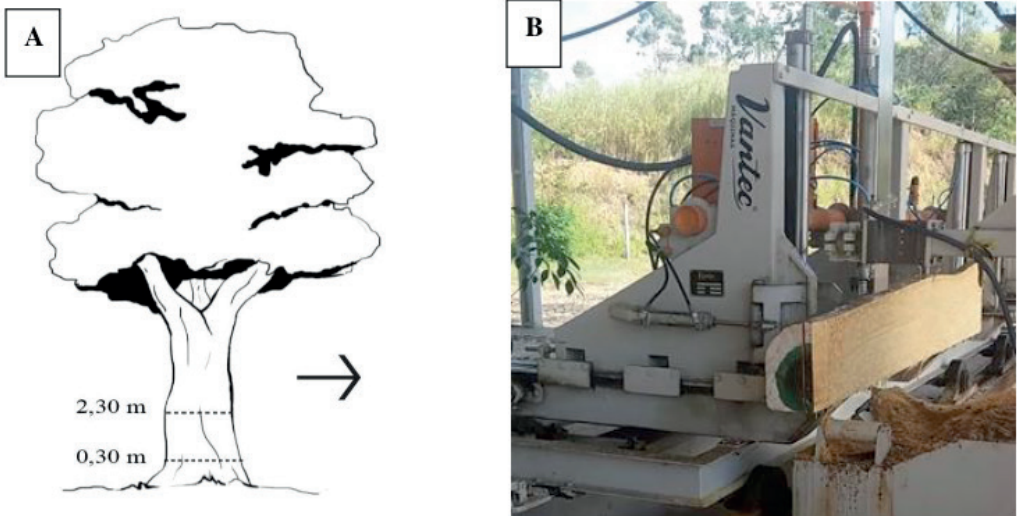


Figura 2. Ilustração da retirada das toras na região basal da árvore (A) e desdobro primário (B). Ano: 2020.

Propriedades físicas

As propriedades físicas estão relacionadas com a qualidade da madeira. Dentre as propriedades físicas da madeira, destacam-se a densidade e a estabilidade dimensional da madeira.

Existe alta relação entre a densidade e diversas características da madeira. Geralmente, aumentando-se a densidade, aumenta-se a resistência mecânica e durabilidade natural da madeira. Em sentido inverso, o aumento da densidade diminui a permeabilidade a soluções preservantes e de acabamentos (CARDIN, 2011).

A estabilidade dimensional da madeira pode ser caracterizada pela contração ou inchamento da madeira, quando em contato com a água, e está relacionada à capacidade da madeira em absorver água (DELUCIS *et al.*, 2013).

A razão entre a contração tangencial e radial denomina-se coeficiente de anisotropia. Esse valor demonstra a estabilidade dimensional da madeira: quanto mais próximo de 1, mais estável dimensionalmente será o material (DURLO; MARCHIORI, 1992), o que proporcionará menores empenamentos e rachaduras durante a secagem. A classificação em relação ao coeficiente de anisotropia de acordo com Durlo & Marchiori (1992) está descrita na Tabela 2.

Tabela 2. Classificação de acordo com o coeficiente de anisotropia. Retirado de Durlo & Marchiori (1992).

| Coeficiente de anisotropia | Classificação |
|----------------------------|------------------------------------|
| 1,2–1,5 | estabilidade dimensional excelente |
| 1,5–2,0 | estabilidade dimensional normal |
| > 2,0 | estabilidade dimensional ruim |

Os elevados coeficientes de anisotropia são características que limitam as aplicações da madeira (TRIANOSKI, 2012). A instabilidade dimensional é uma das principais causas de desperdícios de recursos no processamento da madeira, especialmente espécies de rápido crescimento.

Para a determinação das propriedades físicas foram utilizadas nove árvores de cada espécie. De cada tora foram retiradas três tábuas em diferentes regiões, no sentido medula-casca, próximo à medula, próximo à casca e entre essas duas regiões. Foram realizadas três repetições em cada tábua, totalizando 81 corpos-de-prova por espécie. Os corpos-de-prova foram confeccionados baseado na ASTM D143 (ASTM, 2014), com dimensões de 100 x 25 x 25 mm e de forma a terem as direções radial, tangencial e longitudinal orientadas (Figura 3A).

Os corpos-de-prova foram submersos em água e com auxílio de bomba de vácuo foram saturados. Após saturação dos corpos-de-prova, estes foram pesados em balança digital com precisão de 0,01g e as dimensões medidas nas direções radial, tangencial e axial, com auxílio de paquímetro digital com precisão de 0,01 mm (Figura 3B). Para a secagem da madeira os corpos-de-prova foram colocados em estufa com temperatura de $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, e suas dimensões mensuradas até massa constante.

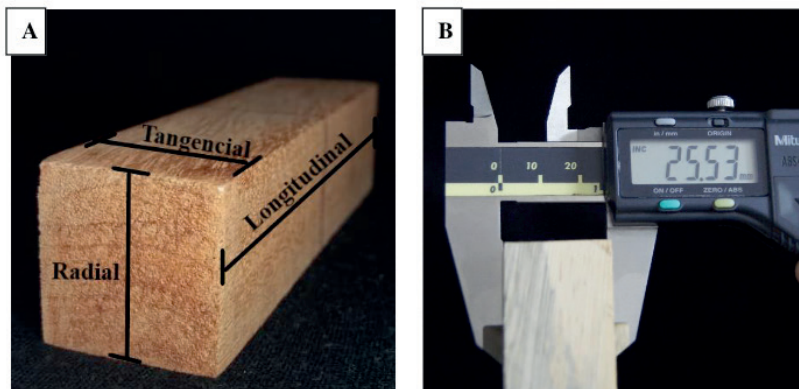


Figura 3. Corpos-de-prova com as direções radial, tangencial e longitudinal orientadas (A), medição do corpo-de-prova com auxílio do paquímetro digital (B). Ano: 2020.

A determinação das propriedades físicas foi realizada no Laboratório de Propriedades Físicas e Mecânicas da Madeira no Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

A partir da coleta dos dados foi feito o cálculo para determinar a contração radial e tangencial (Equação 1), volumétrica (Equação 2), o coeficiente de anisotropia (Equação 3), a densidade básica (Equação 4).

$$\varepsilon_i = \frac{(L_{\text{sat}} - L_{u(\%)})}{L_{\text{sat}}} \times 100 \quad (1)$$

Em que: ε_i = contração, “i” pode ser na direção radial e tangencial; L_{sat} = dimensão do corpo-de-prova saturado na direção radial e tangencial; $L_{u(\%)}$ = dimensão do corpo-de-prova na direção radial e tangencial.

$$C_{\text{volumétrica}} = \frac{(V_{\text{sat}} - V_{u(\%)})}{V_{\text{sat}}} \times 100 \quad (2)$$

Em que: $C_{\text{volumétrica}}$ = contração volumétrica; V_{sat} = volume do corpo-de-prova saturado; $V_{u(\%)}$ = volume do corpo-de-prova.

$$CA = \frac{\varepsilon_T}{\varepsilon_R} \quad (3)$$

Em que: CA = Coeficiente de anisotropia; ε_T = contração tangencial; ε_R = contração radial.

$$\rho_{\text{básica}} = \frac{m_s}{V_{\text{sat}}} \quad (4)$$

Em que: $\rho_{\text{básica}}$ = densidade básica da madeira (g/cm³); m_s = massa seca (g) ; V_{sat} = volume saturado (cm³).

Propriedades mecânicas

As propriedades mecânicas da madeira estão associadas às características de elasticidade e resistência, importantes no correto dimensionamento de estruturas de madeira, como pontes, galpões e residências (DADZIE; AMOAH, 2015). Dentre estas, a resistência mecânica destaca-se como uma das mais importantes propriedades da madeira, pois representa a capacidade que o material tem de resistir a forças externas ou cargas, tendendo a alterar sua forma (ROCHA *et al.*, 1988). A resistência mecânica é uma das mais importantes propriedades da madeira como material construtivo, sendo o fator primordial na construção de casas, pontes e demais construções de madeira (OLIVEIRA, 1997).

A determinação das propriedades mecânicas foi realizada a partir de sete árvores de cada espécie. Após o desdobro o material foi seco ao ar livre por seis meses. Posteriormente, confeccionaram-se corpos-de-prova com dimensões especificadas na Tabela 3, para cada ensaio de acordo com a norma ASTM D143 (ASTM, 2014). Foram confeccionados 84 corpos-de-prova por espécie e ensaio. Os corpos-de-prova foram extraídos de três regiões distintas no sentido da medula-casca, próximo à medula, próximo à casca e entre essas duas regiões.

Os corpos-de-prova foram armazenados em ambiente controlado com a temperatura de 22°C ± 2°C e umidade relativa de 60% ± 5%, até atingirem a umidade aproximada de 12%.

Foram realizados quatro ensaios mecânicos, compressão paralela às fibras (Figura 4A), cisalhamento (Figura 4B), dureza paralela (Figura 4C) e perpendicular (Figura 4D) às fibras e flexão estática (Figura 4E), sendo quatro repetições por região radial amostrada.

Tabela 3. Dimensão dos corpos-de-prova de cada ensaio mecânico.

| Ensaio | Dimensão do corpo-de-prova (mm) | | |
|-----------------|---------------------------------|---------|-----------|
| | Comprimento | Largura | Espessura |
| Compressão | 100 | 25 | 25 |
| Cisalhamento | 63 | 50 | 50 |
| Dureza | 150 | 50 | 50 |
| Flexão estática | 410 | 25 | 25 |

Nos ensaios para a obtenção das propriedades mecânicas foi utilizada a máquina universal de ensaios com célula de carga e velocidade de aplicação da carga diferente para cada ensaio (Tabela 4). Nos ensaios foi utilizado o software Tesc (versão 1.13), em que as configurações dos parâmetros de cada ensaio mecânico foram de acordo com a norma ASTM D143 (ASTM, 2014). A Tabela 4 apresenta as condições utilizadas nos ensaios mecânicos da madeira. Os ensaios das propriedades mecânicas foram realizados no Laboratório de Propriedades Físicas e Mecânicas da Madeira no Departamento de Ciências Florestais – UFLA.

Tabela 4. Célula de carga utilizada e propriedades mecânicas obtidas em cada ensaio.

| Ensaio | Célula de carga (ton) | Velocidade (mm/min) | Propriedade mecânica |
|-----------------|-----------------------|---------------------|--|
| Compressão | 30 | 0,076 | Resistência a compressão paralela às fibras (f_{c0}) |
| | | | Módulo de elasticidade na compressão (E_{c0}) |
| Cisalhamento | 30 | 0,60 | Resistência ao cisalhamento (f_v) |
| Dureza Janka | 10 | 0,60 | Resistência a dureza paralela às fibras (f_{H0}) |
| | | | Resistência a dureza perpendicular às fibras (f_{H90}) |
| Flexão estática | 10 | 1,30 | Módulo de elasticidade (E_M) |
| | | | Módulo de ruptura (MOR) |

No ensaio de dureza Janka, em cada corpo-de-prova a esfera com área diametral de 1 cm² foi inserida seis vezes, duas paralelas às fibras (faces transversais; Figura 4C) e quatro perpendiculares às fibras (faces radiais e tangenciais; Figura 4D), procurando realizar na posição central dos corpos-de-prova.

Os corpos-de-prova para o ensaio de flexão foram posicionados de maneira que os anéis de crescimento ficassem paralelos à carga aplicada e utilizou-se o vão de 36 cm (Figura 4E).

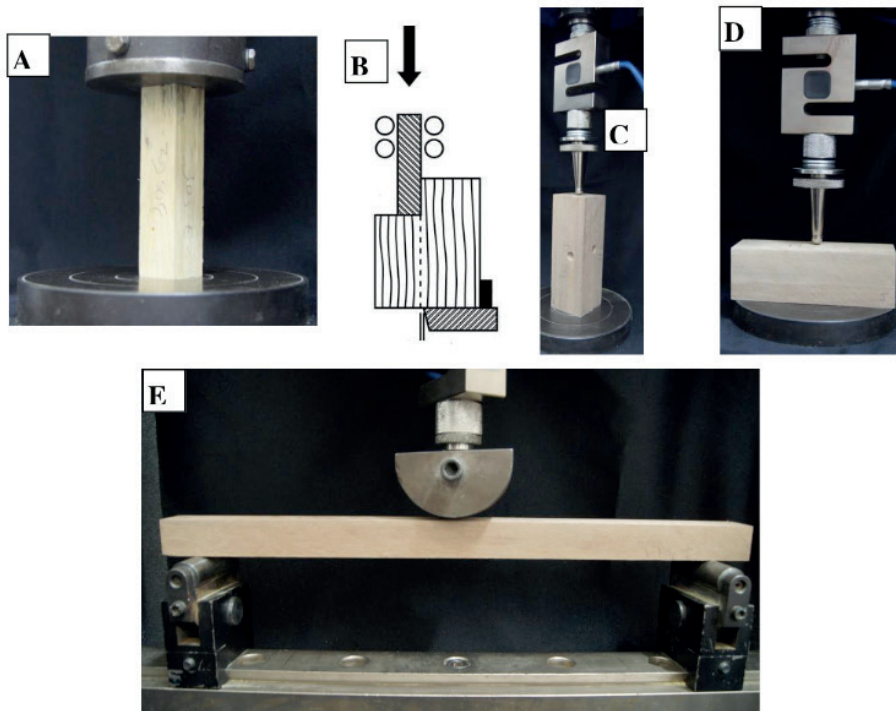


Figura 4. Ensaio de compressão paralela às fibras da madeira de sombreiro (A), método de montagem para o ensaio de cisalhamento (B), ensaio de dureza Janka paralelo (C) e perpendicular (D) às fibras na madeira de jamelão, ensaio de flexão estática da madeira de jamelão (E). Fonte: B - ASTM D143 (2014). Ano: 2020.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Propriedades físicas

Na Tabela 5 estão descritas as propriedades físicas da madeira de jaqueira, jamelão e sombreiro.

Tabela 5. Propriedades físicas da madeira de jaqueira, jamelão e sombreiro.

Valores em parênteses representam os coeficientes de variação.

| Propriedades físicas | Jaqueira | Jamelão | Sombreiro |
|--|---------------|--------------|---------------|
| Contração Radial | 3,33 (32,53) | 5,38 (18,67) | 4,79 (27,46) |
| Contração Tangencial | 5,81 (17,43) | 8,81 (13,34) | 7,18 (17,06) |
| Contração Volumétrica | 10,24 (15,43) | 14,22 (8,93) | 14,09 (16,06) |
| Coefficiente de anisotropia | 1,95 (38,31) | 1,74 (29,29) | 1,59 (25,54) |
| Densidade básica (g.cm ⁻³) | 0,466 (8,78) | 0,623 (4,23) | 0,523 (11,28) |

A contração radial (3,33%) e tangencial (5,81%) da madeira de jaqueira pode ser equiparada à madeira de roxinho (*Peltogyne* spp.), que possui 3,5% (radial) e 6,5% (tangencial) (IPT, 1989). Na madeira de jamelão, a contração radial foi de 5,38% e a tangencial de 8,81%, valores próximos à contração radial (5,94%) e tangencial (8,4%) da madeira de Cumaru (*Dipteryx odorata*) (ANPM, 2015). A contração radial (4,79%) e tangencial (7,18%) da madeira de sombreiro apresentou valores semelhantes à madeira de Muiracatiara (*Astronium lecointei*), cujas contrações radiais e tangenciais são, respectivamente, de 4,6% e 7,6% (ANPM, 2015). Dessa forma, as madeiras de jaqueira, jamelão e sombreiro possuem bom desempenho em relação às contrações lineares e potencial para a confecção de móveis, visto que possuem índices de contração compatíveis com madeiras indicadas para movelaria.

A contração da madeira é importante no uso na indústria moveleira ao indicar a orientação das rachaduras e vãos que podem ocorrer entre as peças de madeira do móvel e que prejudicam os encaixes (LOPES *et al.*, 2011).

Em relação ao coeficiente de anisotropia, as três espécies de madeira analisadas são classificadas como normal (1,5–2,0), podendo ser utilizadas para mesas, estantes e armários.

A densidade básica da madeira de jaqueira é considerada baixa ($\leq 0,50 \text{ g.cm}^{-3}$) e nas madeiras de jamelão e do sombreiro classificadas como média (0,50–0,72 g.cm^{-3}) (CORADIN, 1991).

Propriedades mecânicas

Na Tabela 6 estão apresentadas as propriedades mecânicas das madeiras de jaqueira, jamelão e sombreiro.

Tabela 6. Propriedades mecânicas da madeira de jaqueira, jamelão e sombreiro.

Valores em parênteses representam os coeficientes de variação.

| Propriedades mecânicas (MPa) | Jaqueira | Jamelão | Sombreiro |
|--|---------------|---------------|--------------|
| Resistência a compressão paralela às fibras (f_{c0}) | 44 (13,74) | 52 (10,49) | 34 (24,26) |
| Módulo de elasticidade na compressão (E_{c0}) | 6015 (14,17) | 7035 (12,90) | 4966 (29,83) |
| Resistência ao cisalhamento (f_v) | 13 (19,44) | 14 (12,70) | 11 (23,29) |
| Dureza Janka paralela às fibras (fH0) | 58 (15,71) | 88 (11,72) | 57 (23,35) |
| Dureza Janka perpendicular às fibras (fH90) | 47 (21,56) | 76 (14,13) | 54 (29,35) |
| Módulo de elasticidade na flexão (MOE) | 10685 (12,87) | 12698 (17,63) | 8297 (27,77) |
| Módulo de ruptura (MOR) | 84 (17,17) | 103 (17,36) | 77 (32,49) |

De acordo com as classes de resistência da NBR 7190 (ABNT, 1997), jaqueira e sombreiro se enquadram na classe C20 e jamelão na classe C30. A madeira de sombreiro dentre as três espécies estudadas foi a que apresentou menores valores de resistência mecânica.

As faces transversais da madeira de jaqueira e jamelão apresentaram maior resistência à dureza, comportamento semelhante ao observado na madeira de *Eucalyptus benthamii*, fato associado à disposição das fibras no sentido axial, já que é o elemento anatômico responsável pela sustentação e resistência mecânica da madeira (BENIN *et al.*, 2017).

A madeira de jaqueira é mecanicamente similar à madeira de cedrinho (*Erismia uncinatum*), a qual é indicada para construção civil leve externa e leve interna estrutural (IPT, 2009). As propriedades mecânicas apresentadas pela madeira de jamelão são indicadas para construção civil pesada e leve externa, interna e leve estrutural. Na Índia a madeira do gênero *Syzygium* é utilizada para construção, móveis, pisos, postes, sendo a espécie *Syzygium cumini*, (jamelão) a de maior importância (WANGKHEM *et al.*, 2020).

A madeira de sombreiro apresentou a menor resistência mecânica em comparação às demais espécies, sendo indicada para uso temporário como, por exemplo, formas de concreto.

A madeira de jaqueira, jamelão e sombreiro foram consideradas de dureza média segundo a classificação de dureza perpendicular às fibras, sugerida pela Associação Nacional de Pisos de Madeira – ANPM (2015) e se assemelha a madeira de cedrinho (*Erismia uncinatum*).

A madeira de jamelão possui resistência mecânica e densidade adequada para ser utilizada como mourão, pois atende a exigência mínima da NBR 9480 (ABNT, 2009) que determina a resistência a flexão estática mínima de 52 Mpa e densidade básica da madeira maior ou igual a 0,540 g.cm⁻³. Para o uso da madeira em forma de mourão, ressalta-se a necessidade de realizar estudo de durabilidade natural para propor tratamento preservativo adequado a esse uso.

Potencial de uso

O uso madeireiro adequado para cada espécie depende das propriedades apresentadas. Assim, após fazer as análises das propriedades físicas e mecânicas das madeiras de jaqueira, jamelão e sombreiro pode-se indicar a utilização mais adequada de acordo com as propriedades estudadas. Na Tabela 7 encontra-se o potencial de uso para cada espécie.

Tabela 7. Potencial de uso das madeiras de jaqueira, jamelão e sombreiro.

| Jaqueira | Jamelão | Sombreiro |
|--|---|--|
|  |  |  |
| Móveis; Piso; Esquadrias. | Móveis; Piso; Uso estrutural; Mourão. | Utilização de baixo valor agregado de uso temporário, Formas de concreto. |

De acordo com as propriedades físicas apresentadas pelas madeiras das três espécies estudadas, estas possuem potencial para utilização no setor moveleiro.

Em relação às propriedades mecânicas, as três espécies estudadas apresentam dureza satisfatória para confecção de pisos, ressaltando a necessidade de realizar os ensaios específicos para pisos.

A madeira de jamelão possui resistência mecânica apropriada para ser empregada em uso estrutural e como mourão, havendo necessidade de realizar estudo de durabilidade natural para propor tratamento preservativo.

CONCLUSÕES

É possível utilizar o lenho das espécies exóticas invasoras jaqueira, jamelão e sombreiro como matéria-prima para fins madeireiros. Dessa forma, há nova alternativa de uso e destinação para essas espécies que precisam ser suprimidas devido aos diversos malefícios que causam à biodiversidade. Pode-se empregar as madeiras das espécies estudadas dentro da Unidade de Conservação mencionada como mourão (jamelão), na construção civil (jamelão), na confecção de móveis e pisos (jamelão e jaqueira) e em uso temporário como formas de concreto (sombreiro).

AGRADECIMENTOS

À equipe da Fiocruz Mata Atlântica, pelo suporte e doação do material. À Universidade Federal de Lavras e à Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, pela infraestrutura laboratorial, onde foram realizados os ensaios experimentais. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível

REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D-143 – **Standard methods of testing small clear specimens of timber**, Philadelphia, USA, 32 p., 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 9480**: peças roliças preservadas de eucalipto para construções rurais - Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT; 2009. 12 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 7190 – **Projeto de Estruturas de Madeira** – São Paulo, 1997. 107p.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PRODUTORES DE PISOS DE MADEIRA - ANPM. **Pisos de madeira**: características de espécies brasileiras. Piracicaba: ANPM, 2015. 184p.

BARBOSA, U. N. **Aspectos ecológicos e influência de *Artocarpus heterophyllus* Lam na estrutura do componente arbóreo de fragmento florestal urbano**, Recife, PE. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Recife, 2016. 79 f.

BENIN, C. C.; WATZLAWICK, L. F.; HILLIG, É. Propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Eucalyptus benthamii* sob efeito do espaçamento de plantio. **Ciência Florestal**, Santa Maria, 27 (4): 1375-1384, 2017.

CARDIN, V. de S. **Ensaio não destrutivo aplicado à madeira serrada e estruturas**: técnicas potenciais para uso no Brasil. 2011. Dissertação de Mestrado, São Carlos-SP: Universidade Federal de São Carlos.

CARDINALE, B. J.; DUFFY, J. E.; GONZALEZ, A.; HOOPER, D. U.; PERRINGS, C.; VENAIL, P.; NARWANI, A.; MACE, G. M.; TILMAN, D.; WARDLE, D. A.; KINZIG, A. P.; DAILY, G. C.; LOREAU, M.; GRACE, J. B.; LARIGAUDERIE, A.; SRIVASTAVA, D.S.; NAEEM, S. **Biodiversity loss and its impact on humanity**. *Nature*, 486 (7401): 59-67, 2012.

CONFERENCE OF THE PARTIES TO THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY – COP-6 da CDB. 2002. **Report of the Sixth Meeting of the Conference of the Parties of the Convention on Biological Diversity**. 341 p. Disponível em: <<https://www.cbd.int/doc/meetings/cop/cop-06/official/cop-06-20-en.pdf>>. Acesso em: 28 de abril de 2020.

CORADIN, V. T. R. **Normas de procedimentos em estudos de anatomia de madeira**: I. Angiospermae. II. Gimnospermae. IBAMA, Laboratório de Produtos Florestais, 1991.

CRANE, J. H.; BALERDI, C. F.; CAMPBELL, R. J. 2002. **The Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) in Florida**. University of Florida IFAS Extension. Fact Sheet HS-882.

CUNHA, A. A.; VIEIRA, M. V.; GRELE, C. E. Preliminary observations on habitat, support use and diet in two non-native primates in an urban Atlantic forest fragment: The capuchin monkey (*Cebus* sp.) and the common marmoset (*Callithrix jacchus*) in the Tijuca forest, Rio de Janeiro. **Urban Ecosystems** 9: 351-359, 2006.

DADZIE, P. K.; AMOAH, M. Density, some anatomical properties and natural durability of stem and branch wood of two tropical hardwood species for ground applications. **European Journal of Wood and Wood Products**, 73 (6): 759-773, 2015.

DECHOUM, M. D. S.; SAMPAIO, A. B.; ZILLER, S. R.; ZENNI, R. D. Invasive species and the Global Strategy for Plant Conservation: how close has Brazil come to achieving Target 10? **Rodriguésia**, 69 (4): 1567-1576, 2018.

DELUCIS, R. A.; GATTO, D. A.; STANGERLIN, D. M.; CADEMARTORI, P. H. G.; WEINERT, L. C.; DE AVILA VEGA, R. Segregação e variação radial das propriedades físicas da madeira juvenil e adulta de cedro (*Cedrela fissilis* Vellozo), **Scientia Florestalis**, 41 (100): 549-556, 2013.

DURLO, M. A.; MARCHIORI, J. N. C. **Tecnologia da madeira: retratibilidade**. Santa Maria: CEPEF/FATEC, 1992. 33p. (Série Técnica, 10).

FIOTEC - Fundação para Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Saúde – BNDES Mata Atlântica. **Relatório Final**: Restauração ecológica de 344 hectares de Mata Atlântica com espécies nativas; Reativação do Horto-Escola do Campus Fiocruz da Mata Atlântica. 2016.

GAERTNER, M.; RICHARDSON, D. M.; PRIVETT, S. D. J. Effects of alien plants on ecosystem structure and functioning and implications for restoration: insights from three degraded sites in South African fynbos. **Environmental management**, 48 (1): 57-69, 2011.

ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Guia de orientação para o manejo de espécies exóticas invasoras em unidades de conservação federais. 135p. 2019.

IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Fichas de Características das Madeiras Brasileiras**. 2a ed. São Paulo: IPT, 1989. 418p. (publicação IPT Nº 1791).

IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Madeira: uso sustentável na construção civil**. São Paulo: IPT, 2009. 103p. (publicação IPT Nº 3010).

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992.

LORENZI, H. **Arvores exóticas no Brasil: madeiras, ornamentais e aromáticas**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2003.

LORENZI, H.; BACHER, L.; LACERDA, M.; SARTORI, S. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2006.

LOPES, C. S. D.; NOLASCO, A. M.; TOMAZELLO FILHO, M.; DIAS, C. T. D. S.; PANSINI, A. Estudo da massa específica básica e da variação dimensional da madeira de três espécies de eucalipto para a indústria moveleira. **Ciência Florestal**, Santa Maria, 21 (2): 315-322, 2011.

OLIVEIRA, J. T. S. **Caracterização da madeira de eucalipto para a construção civil**. 1997. Tese de Doutorado, São Paulo: Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

- RAMANANANTOANDRO, T.; RAMANAKOTO, M. F.; RAJOELISON, G. L.; RANDRIAMBOAVONJY, J. C.; RAFIDIMANANTSOA, H. P. Influence of tree species, tree diameter and soil types on wood density and its radial variation in a mid-altitude rainforest in Madagascar. **Annals of forest science**, 73 (4): 1113-1124, 2016.
- RIO DE JANEIRO (Estado). **Resolução SMAC nº 544 de 28 de março de 2014**. Atualiza a lista de Espécies Vegetais Exóticas Invasoras. Secretaria Municipal de Meio Ambiente do Rio de Janeiro. 2014.
- RIO GRANDE DO SUL (Estado). **Portaria nº 79/2013**. Reconhece a Lista Oficial de Espécies Exóticas Invasoras do Estado do Rio Grande do Sul. Secretaria Estadual de Meio Ambiente, 2013.
- ROCHA, J. S.; PAULA, E. V. C. M.; SIQUEIRA, M. L. Flexão estática em amostras pequenas livres de defeitos. **Acta Amazonia**, 18 (½): 147- 162, 1988.
- SAMANTA, A. K.; AGARWAL, P.; DATTA, S. Studies on color interaction parameters and color fastness properties for dyeing of cotton fabrics with binary mixtures of jackfruit wood and other natural dyes. **Journal of Natural Fibers**, 6 (2): 171-190, 2009.
- SAMPAIO, A. B.; SCHMIDT, I. B. Espécies exóticas invasoras em Unidades de Conservação federais do Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, 2: 32-49, 2014.
- SANTA CATARINA (Estado). **Resolução nº 8 de 14 de setembro de 2012**. Reconhece a Lista Oficial de Espécies Exóticas Invasoras no Estado de Santa Catarina e dá outras providências. Conselho Estadual do Meio Ambiente de Santa Catarina, 2012.
- SANTANA, C. A. A. **Estrangeiros na cidade do Rio de Janeiro**: características e histórias de algumas espécies exóticas presentes no cotidiano carioca (recurso eletrônico). Rio de Janeiro, 2020.
- SOARES, G. L. G.; SCALON, V. R.; PEREIRA, T. D. O.; VIEIRA, D. D. A. Potencial alelopático do extrato aquoso de folhas de algumas leguminosas arbóreas brasileiras. **Floresta e Ambiente**, 9 (1): 119-126, 2002.
- THAIB, R.; LUBIS, R. Z.; RUSYDI, I.; CHALILUDDIN, C.; AFFAN, J. M.; PUTRA, D. F.; YUSRIZAL, Y. The assessment of wood utilization rate at UD. Karya Lomba Shipyard, Aceh Besar, Indonesia. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**. 348 (1), 2019.
- TRIANOSKI, R. **Avaliação da qualidade da madeira de espécies de Pinus tropicais por meio de métodos convencionais e não destrutivos**, 2012. Tese de Doutorado, Curitiba: Universidade Federal do Paraná.
- VIZZOTTO, M.; FETTER MR. **Jambolão**: o poderoso antioxidante. Embrapa, Brasília. 2009.
- WANGKHEM, M.; SHARMA, M.; SHARMA, C. L. Comparative wood anatomical properties of genus *Syzygium* (family Myrtaceae) from manipur, India. **Indonesian Journal of Forestry Research**, 7 (1): 27-42, 2020.
- XAVIER, C. N.; GRANATO-SOUZA, D.; BARBOSA, A. C. M.; DA SILVA, J. R. M. Tropical dendrochronology applied to invasive tree species in the Brazilian Atlantic Forest. **Journal of Forestry Research**, p. 1-11, 2019.

ZENNI, R. D.; DE SÁ DECHOUM, M.; ZILLER, S. R. Dez anos do informe brasileiro sobre espécies exóticas invasoras: avanços, lacunas e direções futuras. **Biotemas**, Santa Catarina, 29, (1): 133-153, 2016.