

Avaliação de propriedades mecânicas de quatro espécies nativas da Mata Atlântica

Carlos Eduardo Silveira da Silva ¹; Paulo César Leal de Carvalho ²; Claudia de Azevedo Reis ¹; Norma da Silva Rocha Maciel ¹; Fernando José Borges Gomes ¹; Alexandre Monteiro de Carvalho ¹

¹ Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais e Florestais / Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; ² Laboratório de Processamento de Madeira / Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Resumo: O objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização mecânica de quatro espécies nativas, com diferentes valores de densidade básica, da Mata Atlântica, sendo elas: *Spondias venulosa*, *Copaifera lucens*, *Libidibia ferrea* e *Handroanthus serratifolius*. A realização das análises de propriedades mecânicas obedeceu às premissas da norma NBR 7190 de 1997 e utilizou o software Pavitest para cálculo dos resultados. Os dados obtidos foram estatisticamente analisados sendo possível diferenciar as espécies quanto as suas propriedades mecânicas. A espécie *Handroanthus serratifolius* apresentou os melhores resultados, sendo esta uma espécie de grande potencial de uso, seguida pela espécie *Libidibia ferrea*. A espécie *Copaifera lucens* apresentou resultados medianos quando comparada as demais espécies, e a espécie *Spondias venulosa* apresentou os piores resultados, o que limita consideravelmente sua aplicação em usos de solicitação mecânica.

Palavras-chave: floresta nativa, módulo de ruptura, possíveis utilizações.

Evaluation of mechanical properties of four native species of the Atlantic Forest

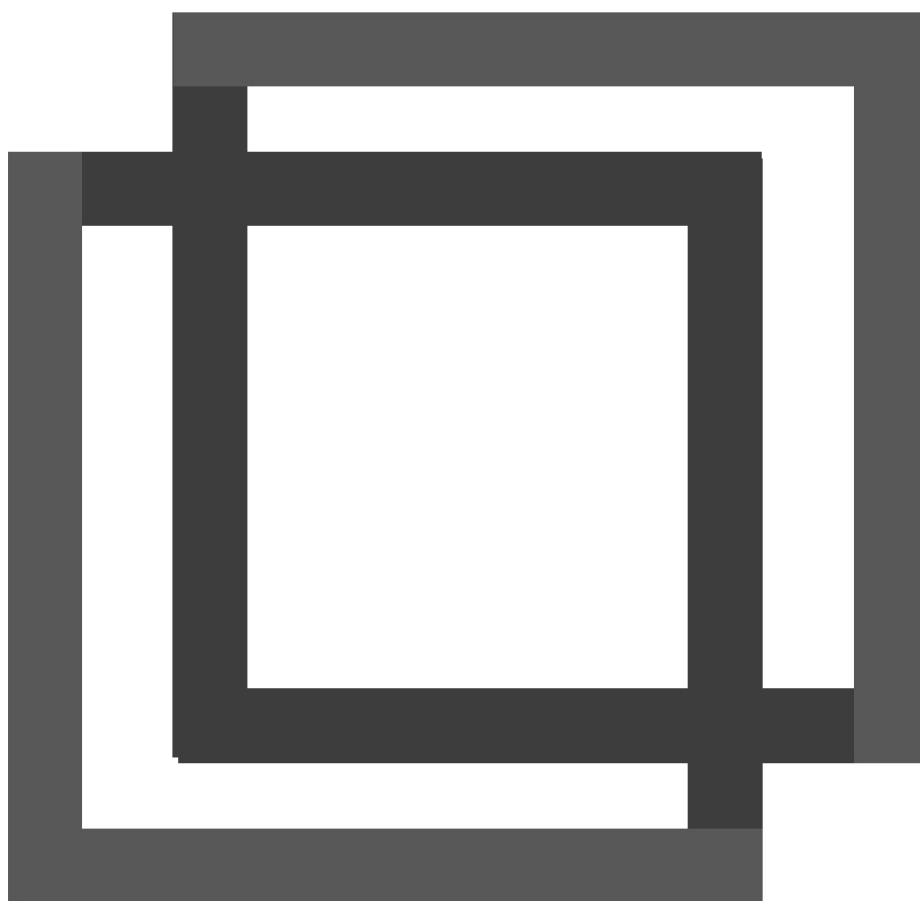
Abstract: The objective of this work was to perform the mechanical characterization of four native species, with different values of basic density, of the Atlantic Forest: *Spondias venulosa*, *Copaifera lucens*, *Libidibia ferrea* and *Handroanthus serratifolius*. The performance of the mechanical properties analysis followed the NBR 7190 (1997) standard and used Pavitest software to calculate the results. The data obtained were statistically analyzed and the species could be differentiated according to their mechanical properties. The species *Handroanthus serratifolius* presented the better results, being a species of great potential of use, followed by the species *Libidibia ferrea*. The species *Copaifera lucens* presented medium results when compared to the other species, and the species *Spondias venulosa* presented the worst results, which considerably limits its application in mechanical applications.

Keywords: native forest, rupture modulus, possible applications.



IV CBCTEM
CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA
E TECNOLOGIA DA MADEIRA

2 À 4 DE
OUTUBRO
2019



PATROCINADORES:



STIHL®

ORGANIZAÇÃO:



1. INTRODUÇÃO

O bioma Mata Atlântica ocupa uma área de 1.110.182 km², correspondendo a 13,04% do território nacional e que consiste principalmente em florestas ao longo da costa litorânea que vai do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul, sendo este bioma rico no patrimônio de diversidade brasileira, tanto como flora quanto fauna presentes no mesmo.

As informações sobre espécies nativas com potencial madeireiro são limitadas, tal fato se deve ao foco de estudo nas últimas décadas sobre espécies exóticas como os gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*, com considerável conhecimento sobre a silvicultura, propriedades tecnológicas da madeira, grandes incentivos na introdução e comercialização destas espécies. Assim, a avaliação das plantações e seus possíveis ou potenciais usos que as espécies nativas possuem devem ser estudados (Bertolini et al., 2015).

Desta maneira, o objetivo do trabalho foi analisar e comparar as propriedades mecânicas (cisalhamento, compressão paralela às fibras, flexão estática, dureza Jankka paralela e perpendicular às fibras) de quatro espécies nativas brasileiras e propor usos de acordo com os resultados obtidos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O local do estudo é um plantio experimental visando à restauração florestal que foi realizado há 32 anos na área de pesquisa da Reserva Natural Vale em Linhares, no Espírito Santo. De acordo com a classificação de Köppen, a região apresenta clima quente e úmido, correspondendo ao tipo Aw (úmido tropical). Assim, a fim de contemplar as análises propostas, foram estudadas 4 espécies florestais, e posteriormente abatidas três árvores por espécie para fornecer a quantidade de material necessária para as análises. As espécies foram selecionadas segundo critérios de densidade básica, sendo de classes diferentes baseadas na literatura, seguindo a classificação proposta por Melo (1990), e posteriormente identificadas em campo com a posse dos dados já fornecidos pela equipe da Reserva Natural Vale.

As espécies escolhidas foram: *Spondias venulosa* (Engl.) Engl. (densidade básica igual a 0,34 g/cm³, de acordo com Lorenzi et al. (2006), sendo considerada leve; *Copaifera lucens* Dwyer (também conhecida como copaíba vermelha, possuindo densidade básica igual a 0,67 g/cm³,



segundo o livro de Rolim & Piotto (2018), sendo esta considerada média); *Libidibia ferrea* var. *parvifolia* (Mart. ex Tul) L. P. Queiroz (também denominada pau-ferro, de valor de densidade básica igual a 0,81 g/cm³, também de acordo com Rolim & Piotto (2018), sendo considerada média; e *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S. O. Grose, conhecida como ipê ovo de macuco, possui valor de densidade básica de 0,7 a 0,98 g/cm³, segundo Shimamoto et al. (2014), considerada de densidade média a pesada. As espécies foram abatidas e suas toras foram legalmente trazidas de acordo com os protocolos autorizados do IBAMA.

2.2 Propriedades mecânicas das espécies

As propriedades mecânicas foram realizadas na máquina universal de ensaios pertencente ao Departamento de Produtos Florestais da UFRRJ, obedecendo às premissas da norma NBR 7190 de 1997 e utilizando o software Pavitest para cálculo dos resultados.

Após a realização de todos os testes, os dados obtidos foram analisados quanto a sua homogeneidade e normalidade. Assim, os mesmos foram analisados quanto a sua variância (ANOVA) detectando diferença significativa no comportamento das espécies durante os testes mecânicos. Foi realizado o teste Tukey a um nível de significância de 95% para comparar as médias obtidas em cada teste.

3. RESULTADOS

Os resultados relativos ao teste de cisalhamento, compressão paralela às fibras e flexão estática são apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Valores dos módulos de ruptura (kgf/cm²) para os testes de cisalhamento, compressão paralela às fibras e flexão estática para as espécies estudadas.

Espécie	Módulo de Ruptura (kgf/cm ²)		
	Cisalhamento	Compressão	
		paralela às fibras	Flexão estática
<i>Spondias venulosa</i>	71.8 ± 4.94 c	215.8 ± 22.5 b	32.1 ± 7.4 c
<i>Copaifera lucens</i>	110.3 ± 21.2 b	276.7 ± 44.7 b	55.1 ± 9.7 b
<i>Libidibia ferrea</i> var. <i>parvifolia</i>	181.6 ± 32.7 a	358.3 ± 208.2 ab	92.6 ± 28.9 ab
<i>Handroanthus serratifolius</i>	154.1 ± 13.8 a	598.9 ± 39.2 a	101.2 ± 10.4 a



Legenda: letras minúsculas iguais na mesma coluna representam que não há diferença significativa entre as médias a um nível de significância de 95%.

Na tabela 2 são apresentados os resultados relativos ao teste de dureza Jankka das espécies, tanto nas superfícies paralela quanto perpendicular às fibras. Os resultados de todos os testes são apresentados graficamente na figura 1.

Tabela 2. Valores dos módulos de ruptura (kgf) para os testes de dureza Jankka paralelo e perpendicular às fibras.

Espécie	Módulo de Ruptura (kgf)	
	Paralela às fibras	Perpendicular às fibras
<i>Spondias venulosa</i>	151.7 ± 36.2 c	325.0 ± 53.2 c
<i>Copaifera lucens</i>	406.7 ± 87.9 b	505.0 ± 64.2 b
<i>Libidibia ferrea</i> var. <i>parvifolia</i>	1145.0 ± 177.8 a	1215.0 ± 239.5 a
<i>Handroanthus serratifolius</i>	1218.3 ± 79.0 a	1113.3 ± 94.8 a

Legenda: letras minúsculas iguais na mesma coluna representam que não há diferença significativa entre as médias a um nível de significância de 95%.

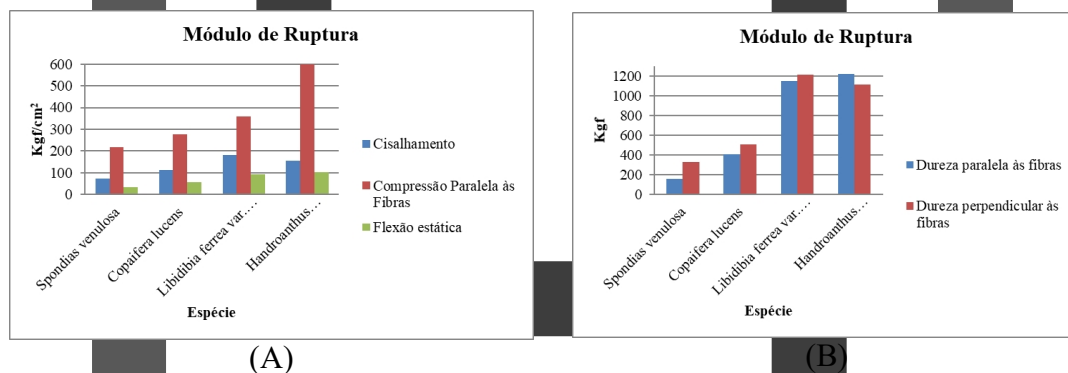


Figura 1. Módulo de ruptura nos testes realizados, sendo: (A) valores do módulo de ruptura (kgf/cm²) dos testes de cisalhamento, compressão paralela às fibras e flexão estática; (B) valores do módulo de ruptura (kgf) nos testes de dureza jankka paralela e perpendicular às fibras.

4. DISCUSSÃO

Analisando a tabela 1 é possível inferir que no teste de cisalhamento as espécies de maior classe de densidade básica (*Libidibia ferrea* e *Handroanthus serratifolius*) apresentaram uma maior resistência ao teste, ou seja, maiores valores de módulos de ruptura. Este resultado se diferiu do

apresentado pelas demais espécies, que também apresentaram comportamento distinto entre si, possuindo médias distintas.

Quanto ao teste de compressão paralela às fibras as espécies *Libidibia ferrea* e *Handroanthus serratifolius* novamente apresentaram resultados no mesmo intervalo de confiança. A espécie *Libidibia ferrea* também apresentou resultado no mesmo intervalo de confiança que as espécies *Copaifera lucens* e *Spondias venulosa*.

No teste de flexão estática as espécies *Libidibia ferrea* e *Handroanthus serratifolius* novamente apresentaram resultados no mesmo intervalo de confiança. As espécies *Libidibia ferrea* e *Copaifera lucens* apresentaram resultado em igual intervalo de confiança. No geral, as espécies apresentaram comportamento distinto nos testes de cisalhamento, compressão paralela às fibras e flexão estática. As espécies com maior valor de densidade básica apresentaram os maiores valores nos testes realizados. No entanto, ao comparar suas médias verificou-se que algumas espécies apresentaram resultado similar assim estando presentes na mesma faixa de intervalo de confiança.

Analisando a tabela 2, pode-se notar que em ambos os testes o resultado foi similar e obedeceu a divisão de classes de densidade adotadas nesta pesquisa. As espécies *Handroanthus serratifolius* e *Libidibia ferrea* apresentaram os maiores valores. A espécie *Copaifera lucens* apresentou resultados menores que as espécies citadas anteriormente, porém valores de módulos de ruptura de dureza maiores que os da espécie *Spondias venulosa*. A madeira da espécie *Handroanthus serratifolius* apresenta grande potencial de uso em diversos segmentos madeireiros. Seus resultados sugerem a aplicação de sua madeira em uso estrutural, tais como construção civil, como vigamentos, assoalhos, tacos de assoalhos, móveis, escadas externas e internas, carrocerias, entre outros. A espécie *Libidibia ferrea* comprova seu potencial e histórico de uso em aplicações estrutural, além do seu potencial medicinal que tem sido estudado e difundido. Os resultados dos testes mecânicos realizados na madeira de *Copaifera lucens* ressaltam que a mesma apresentou resultados médios se comparados às demais espécies estudadas, podendo ser considerada moderadamente resistente. Assim, propõe-se o uso da madeira da mesma em usos que não exijam elevada solicitação mecânica, tais como uso em composição de compensados, painéis, estacas, cutelaria, caixotaria, esquadrias, molduras, artesanato, caibros, caixilhos, rodapés, batentes, entre outros. No que se trata a espécie *Spondias venulosa* ressalta-se que a mesma possui como principal função a frutífera, sendo uma madeira de baixa qualidade e resistência mecânica. Consequentemente, a madeira da mesma deve ter um potencial de uso reduzido e muito restrito, tais como acabamentos e carpintaria, não sugerindo o uso da mesma ao ar livre. Destaca-se que a madeira de *Spondias venulosa* possui uma baixa durabilidade natural, sendo facilmente atacada por

organismos xilófagos e insetos degradadores de madeira.

5. CONCLUSÕES

Os resultados das propriedades mecânicas das espécies seguiu claramente a divisão de suas classes de propriedades físicas, no caso a densidade básica. A espécie *Handroanthus serratifolius* revelou ser uma potencial espécie a ser utilizada visando seu uso estrutural, sendo a mais resistente em todos os testes mecânicos realizados. A espécie *Libidibia ferrea* justifica seu amplo e conhecido uso estrutural. A espécie *Copaifera lucens* apresentou melhores valores quando submetida à solicitação de compressão paralela, porém no geral apresentou resultados médios, o que limita sua potencial aplicação de uso. A *Spondias venulosa*, mais conhecida por seu atributo frutífero apresentou os menores resultados, sendo considerada uma madeira pouco resistente às solicitações mecânicas.

6. REFERÊNCIAS

Associação Brasileira De Normas Técnicas (ABNT). NBR 7190 – Anexo B – Métodos de ensaio para determinação das propriedades das madeiras para projetos de estrutura – resistência à compressão. Rio de Janeiro, 1997.

Bertolini ÍC, Debastiani AB, Brun EJ. Caracterização silvicultural de canafistula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert). Revista Scientia Agraria Paranaensis 2015, v. 14, n. 2, abr./jun., p. 67-76.

Melo JE, Coradin VTR, Mendes JC. Classes de Densidade para Madeiras da Amazônia Brasileira. Anais do Congresso Florestal Brasileiro 1990; v. 6.; v. 3, São Paulo, Brazil, pp. 695-699.

Rolim SG, Piotto D. Silvicultura e Tecnologia de Espécies da Mata Atlântica, 2018. Editora Rupestre, 160p.

Shimamoto CY, Botosso PC, Marques CM. How Much Carbon is sequestered during the Restoration of Tropical Forests? Estimates from Tree Species in the Brazilian Atlantic Forest. Forest Ecology and Management 2014; v. 329, p.1-9.