



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS E DA MADEIRA

WILLIAN FADINI FAIAN

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E MECÂNICA DA MADEIRA DE PEREIRO
(*Aspidosperma pyrifolium*) PARA USO NA INDÚSTRIA

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO

2025

WILLIAN FADINI FAIAN

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E MECÂNICA DA MADEIRA DE PEREIRO
(*Aspidosperma pyrifolium*) PARA USO NA INDÚSTRIA

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Industrial Madeireiro.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Gutemberg de Alcântara Segundinho.

Conselheira: Dra. Caroline Palacio de Araujo.

JERÔNIMO MONTEIRO

ESPÍRITO SANTO

2025

WILLIAN FADINI FAIAN

CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA DA MADEIRA DE PEREIRO
(*Aspidosperma pyrifolium*) PARA USO NA INDÚSTRIA

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção de título de Engenheiro Industrial Madeireiro.

Aprovada em 07 de julho de 2025.

COMISSÃO EXAMINADORA

Professor Dr. Pedro Gutemberg de Alcântara Segundinho
Universidade Federal do Espírito Santo – UFES
(Orientador)

Dra. Caroline Palacio de Araujo
Universidade Federal do Espírito Santo – UFES
(Examinador)

Dra. Leonor da Cunha Mastela
Universidade Federal do Espírito Santo – UFES
(Examinador)

“Os nossos pais amam-nos porque somos seus filhos, é um fato inalterável. Nos momentos de sucesso, isso pode parecer irrelevante, mas nas ocasiões de fracasso, oferecem um consolo e uma segurança que não se encontram em qualquer outro lugar”.

Bertrand Russel

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me sustentado ao longo desta jornada e por me permitir concluir mais uma importante etapa da minha vida acadêmica.

Expresso minha profunda gratidão aos meus pais, Simone dos Anjos Fadini Faian e Evandro Paulo Faian, e demais familiares, pelo apoio constante, incentivo e compreensão durante todo o percurso. Agradeço aos meus amigos Nemrod Emerick, Marília Angélica Dias de Souza Simões e Emerson Gomes Alves.

Registro meus sinceros agradecimentos ao professor Dr. Pedro Gutemberg de Alcântara Segundinho, orientador deste trabalho, pela disponibilidade, orientação e confiança depositada na proposta desde o início, contribuindo significativamente para o desenvolvimento e a conclusão desta pesquisa.

Agradeço à Universidade Federal do Espírito Santo pelo ensino de qualidade, compromisso com a excelência acadêmica e pela formação ética e profissional proporcionada ao longo do curso.

Por fim, estendo meus agradecimentos a todos os colaboradores que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho. O apoio e a parceria de cada um tornaram esta trajetória mais leve e enriquecedora. Muito obrigado!

RESUMO

A madeira de *Aspidosperma pyrifolium*, espécie nativa da Caatinga e popularmente conhecida como pereiro, é tradicionalmente utilizada como fonte de energia por meio da queima de biomassa. No entanto, estudos recentes indicam que esta madeira apresenta propriedades físico-mecânicas relevantes, como elevada resistência, boa durabilidade e excelente usinabilidade, o que a torna apta a aplicações mais técnicas e de maior valor agregado. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo geral avaliar as propriedades físicas e mecânicas da madeira de pereiro, visando seu aproveitamento em múltiplas aplicações industriais. Foram conduzidos ensaios laboratoriais de densidade aparente, compressão paralela e perpendicular às fibras, cisalhamento paralelo às fibras, dureza Janka (perpendicular e paralelo) e flexão estática, conforme as normas ISO 13061 e ABNT NBR 7190-3. Também foi realizada a identificação anatômica da madeira de pereiro. Os resultados demonstraram que a espécie possui características compatíveis com usos estruturais leves, móveis rústicos, painéis e artefatos artesanais. Dessa forma, conclui-se que a madeira de pereiro apresenta potencial para ampliar seus usos além do fim estritamente energético, promovendo o aproveitamento sustentável dos recursos florestais da Caatinga.

Palavras-chave: Madeira sólida. Propriedades físicas. Propriedades mecânicas. Usos industriais. Valorização da madeira.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	ix
1 INTRODUÇÃO	10
1.1 O problema e sua importância	11
1.2 Objetivos	12
1.2.1 Objetivo geral.....	12
1.2.2 Objetivos específicos	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 Utilização de madeiras nativas para diversas finalidades	13
2.1.1 <i>Aspidosperma polyneuron</i>	14
2.1.2 <i>Cedrela fissilis</i>	15
2.1.3 <i>Dipteryx odorata</i>	16
2.2 Propriedades mecânicas da madeira	17
2.3 Madeira de pereiro no mercado brasileiro.....	18
2.4 Considerações da revisão de literatura.....	19
3 METODOLOGIA.....	20
3.1 Materiais	20
3.2 Caracterização Física	20
3.3 Caracterização Mecânica.....	21
3.4 Análise Estatística.....	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
4.1 Anatomia da madeira	22
4.2 Propriedades físicas da madeira de pereiro.....	24
4.3 Cisalhamento paralelo às fibras	28
4.4 Compressão paralela às fibras.....	29
4.5 Compressão perpendicular às fibras.....	30
4.6 Dureza Janka perpendicular às fibras (90°)	31
4.7 Dureza Janka paralelo às fibras (0°)	33
4.8 Flexão estática	35
5 CONCLUSÕES	39
6 REFERÊNCIAS.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Caracterização microscópica dos elementos anatômicos da madeira de pereiro.....	22
Tabela 2 – Medição do diâmetro dos vasos dos elementos anatômicos da madeira de pereiro.	23
Tabela 3 – Medição das dimensões dos raios dos elementos anatômicos da madeira de pereiro.	23
Tabela 4 – Volume seco (V_{sec} , cm^3), volume saturado (V_{sat} , cm^3), volume ambiente (V_{amb} , cm^3), massa seca (m_{sec} , g), massa saturada (m_{sat} , g), massa ambiente (m_{amb} , g) nas direções radial (R, mm), tangencial (T, mm) e longitudinal (L, mm) para obtenção da densidade seca (d_{sec} , g/cm^3), saturada (d_{sat} , g/cm^3) e aparente (d_{ap} , g/cm^3) em corpos de prova (CP) de madeira de pereiro.	26
Tabela 5 – Valores de volume saturado (V_{sat} , cm^3), massa seca (m_{sec} , g) e densidade básica (d_{bas} , g/cm^3), retratação e inchamento nas direções radial (R, %), tangencial (T, %) e longitudinal (L, %), variação volumétrica (ΔV , %) e umidade (U, %) em corpos de prova (CP) de madeira de pereiro.	27
Tabela 6 – Valores das arestas (a e b, cm), resistência ao cisalhamento paralelo às fibras (f_{v0} , kgf/cm^2 e MPa) e força de ruptura (F_{rup} , kgf) dos corpos de prova de madeira de pereiro.	28
Tabela 7 – Valores das arestas (a e b, cm), resistência à compressão paralela às fibras (f_{c0} , kgf/cm^2 e MPa) e força de ruptura (F_{rup} , kgf) de corpos de prova (CP) de madeira de pereiro.	29
Tabela 8 – Valores das arestas (a e b, cm), altura (h, cm), força de ruptura (F_{rup} , kgf), e resistência à compressão perpendicular às fibras (f_{c90} , MPa) referentes aos corpos de prova de madeira de pereiro.	30
Tabela 9 – Ensaio de dureza Janka normal em corpos de prova de madeira de pereiro, com disposição perpendicular às fibras (90°), mensurando-se o teor de umidade (U, %), a força máxima aplicada ($F_{\text{máx}}$, kgf), a tensão (MPa) e a tensão a 12% de umidade (MPa).	32
Tabela 10 – Valores obtidos nos ensaios de dureza Janka longitudinal em corpos de prova (CP) de madeira de pereiro, com disposição paralela às fibras (0°), mensurando-se o teor de umidade (U, %), a massa (m, g), a força máxima	

aplicada ($F_{\text{máx}}$, kgf), a tensão (MPa) e a tensão (MPa) a 12% de umidade.

.....33

Tabela 11 – Valores médios obtidos de resistência à flexão estática em corpos de prova (CP) de madeira de pereiro, caracterizando-se a umidade (U, %), a força de ruptura (F_{rup} , kgf), o módulo de ruptura (MOR, kgf/cm ² e MPa), o módulo de ruptura corrigido (MOR _{corr} , MPa), o módulo de elasticidade (MOE, kgf/cm ² e MPa) e o módulo de elasticidade corrigido (MOE _{corr} , MPa).....	36
---	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Imagens anatômicas da madeira de pereiro, obtidas por microscopia de luz, evidenciando (a) vaso-porosidade difusa, parênquima difuso e faixa marginal; (b) parênquima radial uni seriado, não estratificado; e (c) parênquima radial heterogêneo, composto por células procumbentes e quadradas. Objetivas: (a) 5x; (b) 10x e (c) 5x. Fonte: Do autor (2025). ...22

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma área florestal significativa, composta por florestas nativas e plantadas. A parcela de florestas nativas passível de manejo é de aproximadamente 450 milhões de hectares, incluindo áreas localizadas em Unidades de Conservação da categoria de uso sustentável sob gestão pública — como Reservas Extrativistas, Reservas de Desenvolvimento Sustentável e Florestas Nacionais, Estaduais e Municipais — e também sob a iniciativa privada, como as Reservas Legais das Propriedades Rurais e áreas destinadas à produção florestal (EMBRAPA, 2025).

Em 2022, o setor florestal cresceu cerca de 11,9% em comparação a 2021, movimentando 33,7 bilhões e com produção em 4.884 municípios. Entre os produtos madeireiros da silvicultura, houve todo registro de crescimento do valor da produção entre os grupos, sendo mais acentuado na lenha, que aumentou 33,4%. O valor da produção da madeira destinada à fabricação de papel e celulose cresceu 25,5%; carvão vegetal 6,8%; e madeira em tora para outras finalidades 5,6% (IBGE, 2023).

O bioma da caatinga possui um grande potencial na oferta de madeira (VASCONCELOS *et al.*, 2019) e segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2023) possui uma área de vegetação presente em 9 dos 26 estados do Brasil, ocupando uma área total de 862.818 km², equivalente a 10% do território nacional. Contudo, devido à crescente demanda por recursos madeireiros, a Caatinga tem sofrido efeitos negativos resultantes da retirada desordenada de seus recursos florestais (IBGE, 2023).

Madeiras nativas oriundas da Caatinga são valorizadas por sua versatilidade, sendo empregadas na fabricação de móveis, na construção civil, e na confecção de peças artesanais, instrumentos musicais e esculturas. Também são amplamente utilizadas como fonte de energia através da produção de lenha e de carvão vegetal (GOMES *et al.*, 2007). Segundo dados da Pesquisa da Extração Vegetal e da Silvicultura (PEVS), divulgada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2023, a produção brasileira de madeira em tora atingiu aproximadamente 173 milhões de metros cúbicos, sendo 113,1 milhões de metros cúbicos destinados à indústria de papel e celulose e 60,1 milhões de metros cúbicos voltados a outras finalidades industriais. A produção de lenha foi estimada em 55,7 milhões de metros cúbicos, enquanto o carvão vegetal alcançou cerca de 6,8 milhões de toneladas.

Esses dados reforçam a importância do setor florestal na matriz produtiva nacional, especialmente no fornecimento de matéria-prima para diversos segmentos da cadeia industrial madeireira. Nesse contexto, a busca por espécies nativas com potencial tecnológico e econômico, como o pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*), torna-se essencial para a diversificação e valorização dos recursos florestais brasileiros (IBGE, 2023).

A espécie *A. pyrifolium* é característica da região da Caatinga, sendo encontrada em áreas semiáridas. Possui um tronco ereto e não muito grosso, com diâmetro entre 15 e 20 cm, e casca lisa, acinzentada, com pequenas saliências brancas quando jovem. É adaptada a condições de baixas precipitações (abaixo de 800 mm/ano) e altas temperaturas, com um clima médio de 26 °C (MESSIAS, 2019).

A intensa exploração da lenha limita a rentabilidade do setor, que poderia se beneficiar do uso sustentável dos recursos madeireiros da Caatinga para a produção de produtos de maior valor agregado. Para reverter esse cenário, é fundamental investir em estudos que identifiquem novas possibilidades do uso sustentável da madeira nativa, como a produção de móveis, na construção civil, na confecção de produtos engenheirados (painéis) e artesanatos. Além disso, o desenvolvimento de tecnologias para a conversão da lenha em biocombustíveis mais eficientes e o incentivo à produção de biomassa para geração de energia também podem contribuir para uma exploração mais sustentável e rentável da madeira nativa no Nordeste.

Na busca por alternativas sustentáveis e de alto desempenho para aplicações industriais, a madeira da espécie *A. pyrifolium* surge como um potencial recurso a ser explorado. Neste contexto, a presente pesquisa tem como objetivo avaliar suas propriedades físicas e mecânicas, com o intuito de verificar sua aptidão para diferentes usos na indústria madeireira.

1.1 O problema e sua importância

A madeira de pereiro é uma espécie endêmica da caatinga brasileira amplamente empregada como fonte de energia na forma de biomassa. Sua madeira possui propriedades mecânicas promissoras, podendo ser utilizada como matéria-prima versátil para múltiplas aplicações industriais, construtivas e artesanais. Apesar de sua utilização predominante na geração de energia, investigações aprofundadas sugerem que as características intrínsecas da madeira de pereiro, tais como

resistência, durabilidade e maleabilidade, podem torná-la adequada para usos mais diversificados.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Avaliar as propriedades físicas e mecânicas da madeira da espécie *A. pyrifolium* visando aplicações industriais.

1.2.2 Objetivos específicos

- (i) Determinar a densidade aparente a 12% de umidade, categorizando a madeira de pereiro e relacionando-a com demais propriedades tecnológicas;
- (ii) Caracterizar as propriedades mecânicas por meio de ensaios destrutivos de compressão paralela às fibras, compressão perpendicular às fibras, cisalhamento axial, dureza Janka (normal e longitudinal) e flexão estática;
- (iii) Analisar os resultados obtidos com base em parâmetros técnicos e estatísticos, qualificando a madeira para usos comerciais específicos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Utilização de madeiras nativas para diversas finalidades

O uso de madeiras nativas brasileiras na construção civil e na indústria moveleira apresenta grande potencial devido às suas características físicas, mecânicas e estéticas, além da possibilidade de produção sustentável. A diversidade de espécies e propriedades da madeira nativa, como densidade, resistência e coloração, oferece uma ampla gama de opções para diferentes aplicações, desde estruturas de cobertura até móveis de alto valor agregado (ZENID, 2006).

Na construção civil, com suas propriedades renováveis e versáteis, é utilizada para diversas finalidades. Em estruturas, como vigas, pilares e caibros, a madeira confere resistência e leveza. A madeira também é utilizada em revestimentos, como forros e painéis, proporcionando isolamento térmico e acústico, além de um apelo estético natural. Pisos de madeira, por sua vez, oferecem conforto térmico e durabilidade. Esquadrias de madeira, como portas e janelas, agregam valor estético e funcionalidade aos projetos (ZENID, 2009).

Apesar de atualmente as madeiras de reflorestamento estarem ganhando espaço na indústria moveleira brasileira, ainda é comum o uso de madeiras nativas para produção de mesas, cadeiras, armários e estantes. A sua aparência atraente e variada, aliada à durabilidade e resistência, torna-a uma escolha popular para a criação de peças funcionais e elegantes (TEIXEIRA, 2009). De acordo com Nascimento (2013), as madeiras da caatinga nordestina, resistentes à seca, demonstram potencial para a produção de painéis de partículas. Suas propriedades se assemelham às das chapas industriais, permitindo a fabricação de painéis homogêneos em laboratório.

A madeira é amplamente empregada como material de revestimento para pisos em ambientes internos, devido à sua capacidade de conferir conforto térmico, estética sofisticada e sensação de acolhimento. Para essa aplicação, são comumente selecionadas espécies nativas com densidade e dureza variando de médias a elevadas, associadas a boas características de usinabilidade, o que favorece o processamento e o acabamento superficial. Na fabricação de esquadrias, como portas e janelas, priorizam-se espécies nativas que reúnem elevada densidade, boa

estabilidade dimensional e aspecto estético atrativo, resultando em elementos com alta durabilidade e resistência mecânica. Além da resistência estrutural, essas madeiras apresentam excelente trabalhabilidade, característica essencial para operações de corte, encaixe e fixação durante os processos industriais de manufatura (PAIVA FILHO *et al.*, 2018).

De acordo com Brand (2017), as espécies utilizadas para produção de biomassa na Caatinga são diversas, incluindo a Guaçatonga, Café-bravo, Chá-da-bugre, Guaçatonga-mirim (*Casearia sylvestris* Sw.), a Açoita-cavalo, Ibatingui, Caiboti (*Luehea divaricata* Mart.), a Mutamba, Embireira, Gravatá-de-burro (*Guazuma ulmifolia* Lam.), a Capororoca, Cangoranga, Cangoré (*Rapanea ferruginea* (Ruiz & Pav.) Mez) e a Pau-pólvora, Trema, Crindiúva, Pau-de-porco (*Trema micrantha* (L.) Blume). A escolha das espécies depende de diversos fatores, como a disponibilidade local, a capacidade de rebrota após o corte, a taxa de crescimento e a qualidade da madeira para produção de energia.

Molina (2010) registra que, em muitas construções tradicionais, a madeira nativa ainda é amplamente empregada como elemento estrutural, sendo utilizada em vigas, colunas e estruturas de telhado. Sua leveza, facilidade de trabalho e boas propriedades mecânicas tornam a madeira uma escolha viável para diversas aplicações construtivas, especialmente em contextos rurais e de baixo custo. Além disso, espécies nativas com elevada densidade e resistência continuam sendo valorizadas em obras que exigem durabilidade e desempenho estrutural.

Por outro lado, a madeira nativa também se destaca como matéria-prima na criação de objetos de decoração, esculturas, artesanatos e peças artísticas. Sua capacidade de ser esculpida, entalhada e moldada permite a produção de itens únicos e personalizados. Diversas espécies podem ser utilizadas para esses fins, incluindo madeiras maciças como mogno, imbuia, cedro, cerejeira e jequitibá, além de madeiras macias como pinus e eucalipto (CARVALHO, 2008).

2.1.1 *Aspidosperma polyneuron*

A madeira de *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg., conhecida popularmente como peroba-rosa, apresenta ampla aplicação nos setores da indústria moveleira e da construção civil, em razão de suas propriedades físico-mecânicas. De acordo com

Carvalho (2004), por possuir resistência mecânica moderada e retratibilidade média, essa madeira foi amplamente empregada na produção de caibros, ripas, forros, marcos de portas e janelas, venezianas, portões, rodapés, molduras e tábuas. Sua versatilidade estende-se ainda à construção naval — incluindo o uso tradicional na confecção de canoas inteiras a partir do tronco —, além de vigamentos, esquadrias, móveis escolares, carrocerias, cabos de ferramentas, folhas faqueadas e pisos tipo parquê. Na carpintaria estrutural, é indicada para a fabricação de vigas, escadas, tacos e móveis pesados, evidenciando sua ampla aplicabilidade.

Aspidosperma polyneuron é uma árvore nativa da Mata Atlântica e do Cerrado brasileiro, pertencente à família Apocynaceae. Trata-se de uma espécie de grande porte, que pode atingir mais de 30 metros de altura, caracterizada por apresentar madeira densa, resistente e de elevada durabilidade natural. Devido a essas qualidades sua madeira tem sido historicamente valorizada tanto no mercado nacional quanto internacional, sendo amplamente utilizada em marcenaria de alto padrão, construção civil e confecção de peças decorativas (HATSCHBACH; ZILLER, 1995). No entanto, a intensa exploração madeireira, associada à fragmentação dos habitats e à baixa taxa de regeneração natural, resultou em um acentuado declínio populacional da espécie. Atualmente, *A. polyneuron* encontra-se listada como ameaçada de extinção em diversas regiões do Brasil, sendo classificada como vulnerável ou criticamente em perigo, conforme a localidade (FERREIRA et al., 2023).

Diante de sua importância ecológica e econômica, a conservação da peroba-rosa tem sido abordada em diversos programas de manejo e restauração florestal, que buscam tanto a recuperação de populações naturais quanto a promoção de seu uso sustentável (CARDOSO et al., 2022).

2.1.2 *Cedrela fissilis*

Cedrela fissilis Vell., espécie nativa da América do Sul e pertencente à família Meliaceae, destaca-se pela qualidade de sua madeira, tradicionalmente classificada como nobre. Essa madeira é amplamente utilizada por diferentes comunidades locais na fabricação de artefatos de valor histórico, cultural e econômico. Suas propriedades físico-mecânicas conferem elevada versatilidade de uso, abrangendo a produção de compensados, esculturas, entalhes artísticos, maquetes, molduras e mobiliário em geral. Além disso, é empregada em marcenaria e carpintaria de precisão, bem como

nas indústrias da construção civil, naval e aeronáutica. Também se observa sua aplicação na confecção de pequenos artefatos, como caixas, lápis e instrumentos musicais (LORENZI, 1992). Complementarmente, *C. fissilis* apresenta potencial para uso não-madeireiro, sendo relatada como fonte de corantes naturais e resinas vegetais com aplicações tanto industriais quanto tradicionais (RODRÍGUEZ et al., 2006).

Trata-se de uma madeira cujo uso é amplamente difundido em função de suas excelentes propriedades tecnológicas, destacando-se, entre elas, a facilidade de processamento, a leveza e a elevada durabilidade, inclusive sob exposição prolongada a intempéries. É extensivamente aplicada na fabricação de contraplacados, compensados, obras de talha e escultura, molduras, modelos de fundição e móveis em geral. Sua estabilidade dimensional e boa trabalhabilidade favorecem seu uso em esquadrias, portas, janelas e peças estruturais. Devido à leveza, textura uniforme e boa maquinabilidade, a madeira de *C. fissilis* é especialmente adequada para a produção de capas de lápis, caixas para charutos, instrumentos musicais, objetos artísticos e fundos de fórmica, entre outras aplicações de valor agregado (REITZ et al., 1983).

2.1.3 *Dipteryx odorata*

A madeira de *Dipteryx odorata*, Fabaceae conhecida popularmente como cumaru, destaca-se pelo seu uso diversificado, abrangendo desde aplicações na construção civil e naval até a confecção de postes, móveis e outros artefatos de valor agregado. Trata-se de uma espécie florestal de elevado valor comercial, tendo figurado, em 2007, entre as madeiras mais exportadas pelas indústrias madeireiras do estado do Pará (SOUSA et al., 2007).

Do ponto de vista anatômico, a madeira apresenta porosidade difusa, com predominância de poros solitários, embora poros geminados e múltiplos também estejam presentes. Os vasos são numerosos e de diâmetro médio, com pontuações intervasculares alternas, ovaladas, com abertura inclusa e guarnecida. A presença de óleo-resina é marcante. O parênquima axial é aliforme losangular, por vezes formando confluências curtas, com ocorrência de cristais romboidais dispostos em séries e estrutura estratificada. Os raios são predominantemente unisseriados, homocelulares, com ocorrência ocasional de raios bi e trisseriados, extremamente baixos e

estratificados. As fibras são majoritariamente de paredes muito espessas, conferindo alta densidade e resistência mecânica à madeira. As camadas de crescimento são ligeiramente demarcadas, sobretudo pela variação na espessura das paredes das fibras (MAINIERI; CHIMELO, 1989).

2.2 Propriedades mecânicas da madeira

A caracterização das propriedades mecânicas da madeira é a base para o entendimento científico do seu desempenho e permite a previsão de suas aplicações tecnológicas (REIS *et al.*, 2019; RAPOSO *et al.*, 2018). Isso inclui a capacidade do material de suportar forças de compressão, tração, flexão e cisalhamento, bem como sua resistência a mudanças higrotérmicas, tanto em condições externas quanto em ambientes controlados (ROLIM; PIOTTO, 2018).

A partir do material vegetal, obtém-se propriedades distintas da madeira, massa específica, densidade, estabilidade dimensional, resistência a várias tensões mecânicas, como resistência à tração, compressão, flexão, cisalhamento e fendilhamento (ARAUJO, 2020). O âmbito das propriedades que influenciam a qualidade da madeira, as propriedades físicas destacam-se pela sua relevância, com ênfase especial para a densidade e a retratibilidade. Estas características apresentam correlações diretas com diversas outras propriedades físico-mecânicas, desempenhando papel fundamental na caracterização tecnológica da madeira, uma vez que afetam seu desempenho estrutural, estabilidade dimensional e comportamento mecânico (SCHULZ *et al.*, 2020).

A madeira é um material anisotrópico cujas propriedades mecânicas variam conforme a direção das fibras, sendo significativamente mais resistente na direção longitudinal (paralela às fibras) do que nas direções radial e tangencial (perpendiculares às fibras), independentemente do tipo de esforço aplicado (compressão, tração ou flexão). Essa anisotropia está diretamente relacionada à estrutura anatômica do lenho e à densidade da madeira, sendo que maiores densidades tendem a conferir maior resistência. A orientação das fibras em relação à direção das tensões também é determinante, com perdas mecânicas observadas em regiões com desvios fibrosos ou nós. Adicionalmente, fatores ambientais, como teor de umidade, temperatura e tempo de carregamento, influenciam negativamente a resistência: madeiras secas e frias apresentam melhor desempenho mecânico,

enquanto o carregamento prolongado promove redução progressiva da resistência (ÅGREN, 2025).

Segundo Neta Alves (2023), a umidade da madeira é um fator crucial que afeta diversas propriedades do material, incluindo sua estabilidade dimensional, trabalhabilidade, resistência mecânica e durabilidade natural, precisa ser cuidadosamente estudada e controlada, principalmente em projetos de construção. Durante a vida útil da madeira, a variação da umidade ambiente causa a absorção ou dessorção de moléculas de água em suas paredes celulares, resultando em alterações dimensionais.

2.3 Madeira de pereiro no mercado brasileiro

A espécie *A. pyrifolium*, é amplamente difundida no bioma Caatinga e está entre as três espécies mais comuns. Sua madeira forte e resistente é muito valorizada na construção civil em áreas rurais do Nordeste, justificando seu uso e ressaltando a importância da preservação e proteção da espécie (CARVALHO, 2010).

O pereiro é uma árvore de pequeno porte com copa ornamental, amplamente usada no paisagismo. Também é valorizado na recuperação de áreas degradadas, inclusive em regiões sujeitas à desertificação, devido à sua resistência à seca e a solos pobres. Em sistemas agroflorestais, é empregado na formação de corredores arbóreos, fornecendo madeira e alimento para abelhas. Na medicina popular, é utilizado no tratamento de problemas respiratórios, febres e distúrbios estomacais, além de ser usado na medicina veterinária tradicional contra ectoparasitas em animais domésticos (SANTOS, 2013).

A título de curiosidade a madeira de pereiro também pode ter dado origem ao nome do município de mesmo nome situado no estado do Ceará, onde havia abundância dessa árvore que é considerada de pequeno porte (WIKIPÉDIA, 2025; REMADE, 2025).

Ensaio físicos, químicos, mecânicos e acústicos indicam que a madeira de *A. pyrifolium* possui alta densidade, grande resistência à compressão paralela às fibras, elevado módulo de elasticidade, baixa quantidade de extrativos, alta velocidade de propagação sonora, boa impedância e baixo fator de perda acústica. Essas características a tornam adequada para a construção de xilofones (OLIVEIRA, 2020).

2.4 Considerações da revisão de literatura

O aproveitamento das florestas nativas brasileiras, em especial da *A. pyrifolium*, apresenta alto potencial técnico e econômico, tanto na construção civil quanto na indústria e no artesanato. A diversidade de propriedades físico-mecânicas dessas espécies, como alta densidade, boa estabilidade dimensional, resistência à tração, compressão e flexão, além de suas valiosas propriedades estéticas, confirmam a viabilidade de sua utilização em diversos contextos construtivos e decorativos.

No caso específico do pereiro, destacam-se sua ampla distribuição no bioma Caatinga, sua resistência natural às condições edafoclimáticas adversas e a excelência de sua madeira, que reúne alto desempenho estrutural, durabilidade, baixo teor de extrativos e elevadas propriedades acústicas. Essas propriedades justificam seu valor como fonte de madeira na construção rural, em sistemas agroflorestais e até mesmo em instrumentos musicais.

Entretanto, o uso intensivo de madeira natural requer práticas sustentáveis de manejo e conservação, especialmente em áreas propensas à desertificação. A adoção de estratégias racionais de exploração, aliadas à pesquisa e avaliação dos serviços ecossistêmicos prestados por essas espécies, é essencial para conservar os recursos florestais e garantir o desenvolvimento socioeconômico das áreas onde essas florestas são utilizadas.

3 METODOLOGIA

3.1 Materiais

O presente estudo foi desenvolvido com amostras da madeira jovem de pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*), oriundas de sete indivíduos selecionados no Plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS) da Caatinga, abrangendo uma área de 343,0472 hectares, localizada nas Fazendas Baixa da Oiticica, Rancho da Velha e Taboleiro de Dentro, no município de Upanema, RN (5°29'58,2" S; 37°20'28,8" W). A região apresenta clima semiárido, com temperatura média anual de aproximadamente 27 °C, podendo atingir valores diários superiores a 37 °C nos períodos mais quentes e mínimas em torno de 21 °C nos meses mais frios, com umidade relativa média anual de 60%.

A caracterização anatômica da madeira de *Aspidosperma pyrifolium* (pereiro) foi realizada por meio de microscopia óptica, com o objetivo de descrever os elementos estruturais diagnósticos em cortes transversais, tangenciais e radiais. A análise das estruturas foi conduzida em microscópio óptico de luz transmitida, com objetiva de aumento de 5× e 10×. As observações permitiram a identificação de características típicas da espécie, como vaso-porosidade difusa, parênquima axial difuso e faixa marginal, além de parênquima radial unisseriado, não estratificado, e estrutura heterogênea composta por células procumbentes e quadradas. As imagens representativas foram obtidas em três níveis de ampliação: (a) 5×, para caracterização geral do arranjo poroso e do parênquima axial; (b) 10×, evidenciando os elementos do parênquima radial unisseriado; e (c) 5×, para observação da composição heterogênea do parênquima radial.

3.2 Caracterização Física

Para os ensaios de densidade aparente, inchamento, retração foram confeccionados 12 corpos de prova por indivíduo com dimensões, em milímetros, de 20 (radial) × 20 (tangencial) × 30 (longitudinal). Os ensaios de umidade, densidade aparente a 12% de umidade foram conduzidos conforme as normas ISO 13061-1 (ISO, 2014a) com auxílio de estufa (Ethik Technology®, 430-1TS, Brasil) paquímetro

digital com precisão de 0,01 mm (Mitutoyo®, CD-6" ASX, Japão) e balança analítica com precisão de 0,0001 (Shimadzu®, modelo AUY220, Filipinas).

3.3 Caracterização Mecânica

Os ensaios mecânicos contemplaram compressão paralela e perpendicular às fibras, flexão estática, dureza Janka (nas direções paralela e perpendicular), tração e cisalhamento paralelos às fibras. A realização dos testes obedeceu à norma NBR 7190-3 (ABNT, 2022), sendo conduzidos em máquina universal de ensaios com capacidade máxima de 100 kN. Para cada ensaio, foram utilizados ao menos 12 corpos de prova por direção de aplicação da carga, conforme recomendações normativas para caracterização estatística robusta.

Durante os ensaios de compressão, uma carga de magnitude progressivamente crescente foi aplicada sobre os corpos de prova até o limite de ruptura. A carga atuou sobre uma área específica da amostra, gerando esforços de compressão paralelos ou perpendiculares à orientação das fibras, conforme a configuração do ensaio. A resposta da madeira depende, nesse contexto, não apenas da magnitude da carga, mas também da interação entre sua estrutura anatômica — especialmente a disposição e a coesão das fibras — e as direções de aplicação das tensões (LEONELLO, 2011; FAO, 2010).

Em conformidade com a ABNT NBR 7190-3 (ABNT, 2022), os corpos de prova para ensaios de compressão devem seguir dimensões padronizadas. Para o ensaio de compressão paralela às fibras, as dimensões estabelecidas são uma seção transversal de 50 por 50 mm e um comprimento de 150 mm. No caso do ensaio de compressão perpendicular às fibras, as dimensões especificadas são uma seção transversal de 50 por 50 mm e um comprimento de 100 mm.

3.4 Análise Estatística

As propriedades obtidas nos ensaios físicos e mecânicos foram submetidas a análise estatística descritiva, incluindo cálculo da média, desvio padrão (indicando a dispersão dos dados em torno da média) e coeficiente de variação (CV, %) para avaliação da homogeneidade e confiabilidade dos dados experimentais.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Anatomia da madeira

As características anatômicas da madeira de pereiro são apresentadas na Tabela 1 e na Figura 1.

Tabela 1 – Caracterização microscópica dos elementos anatômicos da madeira de pereiro.

Elementos	Descrição
Vasos	Distribuídos em porosidade difusa, com arranjo não específico, predominando múltiplos radiais (2 a 3), solitários escassos
Raios	Não estratificados, homogêneos, constituídos por células procumbentes
Parênquima Axial	Paratraqueal difuso escasso
Células de Fibra	Presentes e contribuem para a dureza média da madeira.
Camadas de crescimento	Distintas, marcadas pelo achatamento das fibras

Fonte: Botosso (2011).

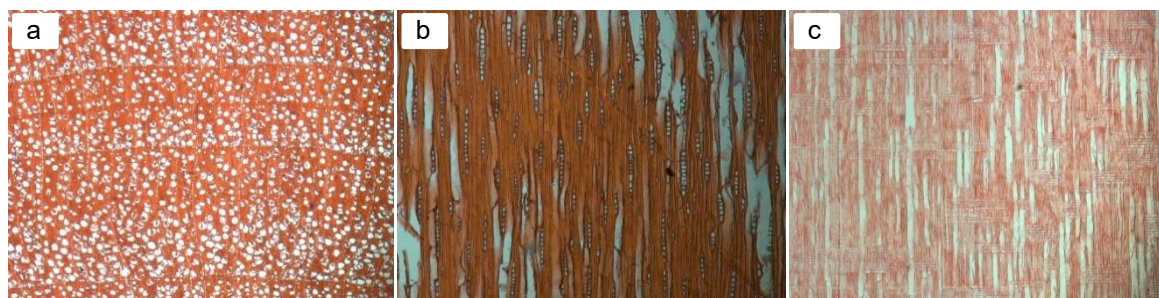


Figura 1 – Imagens anatômicas da madeira de pereiro, obtidas por microscopia de luz, evidenciando (a) vaso-porosidade difusa, parênquima difuso e faixa marginal; (b) parênquima radial uni seriado, não estratificado; e (c) parênquima radial heterogêneo, composto por células procumbentes e quadradas. Objetivas: (a) 5x; (b) 10x e (c) 5x. Fonte: Do autor (2025).

As madeiras do gênero *Aspidosperma* spp. são comumente utilizadas para fins madeireiros, pois, são consideradas madeiras nobres, pesadas e duras ao corte transversal (REIS, 2015). A madeira de *A. polyneuron*, espécie do mesmo gênero, apresenta alburno de coloração amarelada e cerne amarelo-rosado, com transição gradual entre essas regiões. Os anéis de crescimento são delimitados por zonas finas (poros ausentes), o que indica um crescimento lento. Observa-se redução no diâmetro

radial das fibras, além da presença de poros com diâmetro de 80 μm . Também são evidenciados tilos no interior dos vasos (LEÓN, 2011). Reis (2015) também afirma que o parênquima axial e o corpo do raio são as principais características anatômicas utilizadas para diferenciar as espécies do gênero *Aspidosperma* spp. As Tabelas 2 e 3 apresentam as medições de vasos e raios da madeira de pereiro.

Tabela 2 – Medição do diâmetro dos vasos dos elementos anatômicos da madeira de pereiro.

Vasos	Diâmetro (μm)	
1	54,56	Frequência: 226
2	56,57	
3	55,11	
4	52,50	
5	75,15	
6	62,73	Frequência: 185
7	40,59	
8	53,46	
9	44,47	
10	46,44	
11	64,65	Frequência: 222
12	50,64	
13	48,63	
14	53,12	
15	51,12	
16	56,54	Frequência: 202
17	46,62	
18	49,13	
19	50,64	
20	58,56	
21	48,63	Frequência: 240
22	48,63	
23	49,13	
24	62,89	
25	75,39	
Média	54,23	
DP	8,39	
CV (%)	15,46	

Fonte: Do autor (2025).

Tabela 3 – Medição das dimensões dos raios dos elementos anatômicos da madeira de pereiro.

Raios	Diâmetro (μm)	Largura (μm)	
1	138,58	10,90	Frequência: 8
2	186,22	12,42	

3	126,31	10,86	Frequência: 6
4	144,66	13,23	Frequência: 9
5	109,06	11,59	
6	187,02	10,75	Frequência: 6
7	206,78	17,13	Frequência: 9
8	144,04	10,39	
9	124,51	11,93	Frequência: 6
10	243,92	22,75	Frequência: 6
11	105,96	16,15	
12	150,24	14,48	Frequência: 6
13	97,74	17,06	Frequência: 3
14	167,89	12,45	
15	163,99	10,35	Frequência: 7
16	171,24	11,00	Frequência: 6
17	112,37	12,29	
18	216,89	12,92	Frequência: 4
19	183,39	14,48	Frequência: 7
20	167,24	19,13	
21	168,15	12,07	Frequência: 7
22	135,71	9,07	Frequência: 3
23	135,69	13,07	
24	184,29	15,52	Frequência: 5
25	154,91	13,31	
Média	157,07	13,41	
DP	35,46	3,07	
CV (%)	22,58	22,87	

Fonte: Do autor (2025).

4.2 Propriedades físicas da madeira de pereiro

A madeira de *A. pyrifolium* apresentou valores médios de densidade básica (d_{bas}) e densidade aparente (d_{ap}) de 0,670 g/cm³ e 0,810 g/cm³, respectivamente (Tabelas 4 e 5). Valores semelhantes foram observados para a espécie *A. populifolium*, apresentando d_{bas} de 0,6155 g/cm³ e d_{ap} de 0,7259 g/cm³ (LOGSDON et al., 2008). Os valores de d_{ap} obtidos neste estudo são semelhantes aos observados em madeiras comerciais de *Eucalyptus* sp. com idade de 25 anos (d_{ap} = 0,664 g/cm³) (CARVALHO et al., 2023). De acordo com o boletim IAWA (WHEELER et al., 1989), as madeiras com densidade básica entre 0,40 a 0,75 g/cm³ são classificadas em média densidade. As propriedades físicas da madeira, como d_{bas} , são fundamentais para realizar o direcionamento correto da madeira comercialmente. Para fins energéticos, por exemplo, o maior estoque de energia encontra-se em madeiras com

alta d_{bas} , corroborando para a produção de carvão com maior qualidade (MENGISTU *et al.*, 2025).

Conforme a ABNT NBR 7190-3 (ABNT, 2022), a densidade aparente da madeira é uma propriedade física fundamental que relaciona a massa de um volume de madeira com o volume total que ela ocupa, incluindo os espaços vazios entre as células e as fibras. Diferente da densidade básica, que considera apenas a massa da madeira seca e o volume da madeira verde acima do ponto de saturação das fibras, a densidade aparente leva em conta o teor de umidade da madeira no momento da medição. A densidade aparente é calculada dividindo-se a massa da madeira com umidade específica pelo seu volume total. A umidade da madeira influencia diretamente a densidade aparente, pois a água presente nas células e espaços intercelulares aumenta a massa da amostra sem alterar significativamente o volume total.

Tabela 4 – Volume seco (V_{sec} , cm^3), volume saturado (V_{sat} , cm^3), volume ambiente (V_{amb} , cm^3), massa seca (m_{sec} , g), massa saturada (m_{sat} , g), massa ambiente (m_{amb} , g) nas direções radial (R, mm), tangencial (T, mm) e longitudinal (L, mm) para obtenção da densidade seca (d_{sec} , g/cm^3), saturada (d_{sat} , g/cm^3) e aparente (d_{ap} , g/cm^3) em corpos de prova (CP) de madeira de pereiro.

20/03/2025 – Material seco						10/03/2025 – Material saturado					03/02/2025 – Material seco ao ar				
CP	V_{sec} (cm^3)	m_{sec} (g)	R (mm)	T (mm)	L (mm)	V_{sat} (cm^3)	m_{sat} (g)	R (mm)	T (mm)	L (mm)	V_{amb} (cm^3)	m_{amb} (g)	R (mm)	T (mm)	L (mm)
1	5,82	4,39	15,165	14,911	25,74	6,66	8,03	15,955	16,125	25,88	6,31	5,04	15,68	15,63	25,75
2	5,86	4,59	15,101	14,872	26,08	6,73	8,15	15,998	16,151	26,06	6,24	5,29	15,60	15,60	25,63
3	5,66	4,82	14,634	14,847	26,07	6,59	8,09	15,555	16,133	26,27	6,09	5,57	15,12	15,70	25,65
4	5,95	4,32	15,319	15,010	25,86	6,77	8,10	15,990	16,272	26,01	6,30	5,01	15,64	15,67	25,71
5	5,95	4,21	15,306	15,122	25,70	6,74	8,03	16,069	16,253	25,80	6,38	4,84	15,76	15,74	25,71
6	5,98	4,46	15,325	15,016	25,98	6,83	8,21	16,129	16,257	26,05	6,51	5,13	15,90	15,92	25,71
7	5,94	4,85	15,055	14,919	26,45	6,87	8,44	16,098	16,067	26,57	6,35	5,49	15,71	15,69	25,75
8	6,13	4,13	15,400	15,051	26,44	6,82	8,11	16,014	16,017	26,59	6,37	4,77	15,74	15,70	25,78
9	6,00	4,22	15,037	15,140	26,35	6,84	8,10	15,837	16,317	26,45	6,27	4,74	15,56	15,75	25,60
10	5,90	4,70	15,008	14,840	26,49	6,81	8,28	15,889	16,060	26,70	6,24	5,32	15,58	15,59	25,67
11	5,89	4,08	15,254	15,100	25,56	6,64	7,95	15,992	16,218	25,62	6,33	4,67	15,74	15,71	25,59
12	5,82	4,68	15,236	15,059	25,97	6,66	8,29	16,138	16,260	26,07	6,31	5,41	15,85	15,80	25,64
Média	5,91	4,45	d_{sec} (g/cm^3)	0,754		6,75	8,15	d_{sat} (g/cm^3)	1,208		6,31	5,11	d_{ap} (g/cm^3)	0,810	
DP	0,11	0,26				0,09	0,13				0,10	0,30			
CV (%)	1,85	5,80				1,29	1,60				1,52	5,81			

Fonte: Do autor (2025).

Tabela 5 – Valores de volume saturado (V_{sat} , cm^3), massa seca (m_{sec} , g) e densidade básica (d_{bas} , g/cm^3), retração e inchamento nas direções radial (R, %), tangencial (T, %) e longitudinal (L, %), variação volumétrica (ΔV , %) e umidade (U, %) em corpos de prova (CP) de madeira de pereiro.

10/03/2025 – Densidade básica				Retração			Inchamento			ΔV (%)	U (%)
CP	V_{sat} (cm^3)	m_{sec} (g)		R (%)	T (%)	L (%)	R (%)	T (%)	L (%)		
1	6,50	4,39		4,95	7,53	0,54	5,21	8,14	0,54	14,39	14,81
2	6,63	4,59		5,61	7,92	-0,08	5,94	8,60	-0,08	14,96	15,25
3	6,44	4,82		5,92	7,97	0,76	6,29	8,66	0,77	16,39	15,56
4	6,64	4,32		4,20	7,76	0,58	4,38	8,41	0,58	13,81	15,97
5	6,62	4,21		4,75	6,96	0,39	4,98	7,48	0,39	13,28	14,96
6	6,69	4,46		4,98	7,63	0,27	5,25	8,26	0,27	14,25	15,02
7	6,77	4,85		6,48	7,15	0,45	6,93	7,69	0,45	15,68	13,20
8	6,70	4,13		3,83	6,03	0,56	3,99	6,42	0,57	11,29	15,50
9	6,70	4,22		5,05	7,21	0,38	5,32	7,77	0,38	13,94	12,32
10	6,75	4,70		5,54	7,60	0,79	5,87	8,22	0,79	15,48	13,19
11	6,58	4,08		4,61	6,89	0,23	4,84	7,40	0,23	12,86	14,46
12	6,78	4,68		5,59	7,39	0,38	5,92	7,98	0,39	14,39	15,60
Média	6,65	4,45	d_{bas} (g/cm^3) 0,670	5,13	7,34	0,44	5,41	7,92	0,44	14,23	14,65
DP	0,10	0,26		0,71	0,52	0,23	0,79	0,60	0,23	1,31	1,10
CV (%)	1,51	5,80		13,88	7,05	51,73	14,62	7,56	51,84	9,21	7,50

Fonte: Do autor (2025).

4.3 Cisalhamento paralelo às fibras

A média da resistência ao cisalhamento paralelo às fibras observado em madeira de *A. pyrifolium* foi de 18,93 MPa (Tabela 6). Resultados semelhantes foram encontrados em madeira de algumas espécies típicas da Amazônia, obtendo-se os resultados mais elevados para *Peltogyne lecointei* (19,33 MPa) e *Dipteryx odorata* (17,18 MPa) (PIMENTEL *et al.*, 2021). Essa característica indica alto potencial da madeira em tolerar tensões impostas durante o corte.

A resistência ao cisalhamento da madeira, conforme ABNT NBR 7190-3 (ABNT, 2022), varia significativamente de acordo com a orientação da força em relação às fibras. Quando o plano de cisalhamento é perpendicular às fibras, a madeira exibe maior resistência, sendo a ruptura geralmente associada à compressão normal. Por outro lado, quando o plano de cisalhamento é paralelo às fibras, a ruptura tende a ocorrer no plano horizontal, evidenciando a menor resistência nesse sentido.

Tabela 6 – Valores das arestas (a e b, cm), resistência ao cisalhamento paralelo às fibras (f_{v0} , kgf/cm² e MPa) e força de ruptura (F_{rup} , kgf) dos corpos de prova de madeira de pereiro.

CP	a (cm)	b (cm)	f_{v0} (kgf/cm ²)	F_{rup} (kgf)	f_{v0} (MPa)
cp1	5,10	4,99	165	4190,4	16,18
cp2	5,06	4,98	175	4397,1	17,16
cp3	5,09	5,09	177	4587,8	17,36
cp4	5,07	5,01	196	4968,1	19,22
cp5	5,08	4,98	172	4360,9	16,87
cp6	5,06	4,96	199	5007,0	19,52
cp7	4,97	4,96	181	4469,7	17,75
cp8	5,08	4,99	231	5851,6	22,65
cp9	5,08	5,02	198	5036,5	19,42
cp10	5,08	4,93	155	3881,2	15,20
cp11	5,08	5,00	219	5585,8	21,48
cp12	5,07	4,97	212	5354,3	20,79
cp13	5,04	5,02	208	5250,8	20,40
cp14	5,06	5,06	197	5023,1	19,32
cp15	5,05	4,99	211	5322,9	20,69
Média					18,93
DP					2,04
CV (%)					10,79

Fonte: Do autor (2025).

4.4 Compressão paralela às fibras

O valor médio de resistência à compressão paralela às fibras (F_{c0}) obtido em madeira de *A. pyrifolium* foi de 52,90 MPa (Tabela 7). Esse resultado foi semelhante ao observado em madeira da espécie *A. populifolium* ($F_{c0} = 64,98$ MPa), a qual apresenta alta resistência mecânica (classe de resistência C 60), e o seu uso é indicado para estruturas de grande porte (LOGSDON et al., 2008). Quando comparado a madeiras comerciais dentro do gênero *Eucalyptus* spp., observou-se os seguintes valores de f_{c0} : *E. grandis* ($F_{c0} = 40$ MPa), *E. urophylla* ($f_{c0} = 46$ MPa), *E. propinqua* ($f_{c0} = 53$ MPa), *E. microcorys* ($f_{c0} = 55$ MPa) e *E. cloeziana* ($f_{c0} = 52,58$ MPa) (MARINI et al., 2022).

A norma ISO 13061-17 (ISO, 2017), que trata do ensaio de F_{c0} , estabelece parâmetros específicos para as dimensões do corpo de prova. A seção transversal do corpo de prova prismático deve ter no mínimo 20 por 20 mm, enquanto o comprimento deve ser de 1,5 a 4 vezes a dimensão lateral. É essencial que a peça utilizada no ensaio apresente ao menos cinco anéis de crescimento em sua seção transversal. A norma também define a velocidade de aplicação da carga, que deve ser constante e ajustada de forma que a carga final seja atingida em um intervalo de 1 a 5 min após o início do ensaio.

Tabela 7 – Valores das arestas (a e b, cm), resistência à compressão paralela às fibras (f_{c0} , kgf/cm² e MPa) e força de ruptura (F_{rup} , kgf) de corpos de prova (CP) de madeira de pereiro.

CP	a (cm)	b (cm)	f_{c0} (kgf/cm ²)	F_{rup} (kgf)	f_{c0} (MPa)
cp1.1	1,97	1,99	550	2156,3	53,94
cp1.2	1,97	1,99	387	2123,0	37,95
cp2.1	1,97	2,02	542	2157,7	53,15
cp2.2	1,97	2,02	543	2137,3	53,25
cp3.1	2,01	2,02	527	2097,2	51,68
cp3.2	2,02	1,96	510	2028,1	50,01
cp4.1	1,97	1,97	554	2212,8	54,33
cp4.2	1,95	2,02	547	2153,3	53,64
cp5.1	2,01	2,05	545	2135,4	53,45
cp5.2	2,04	1,96	542	2124,9	53,15
cp6.1	2,02	1,92	542	1531,5	53,15
cp6.2	1,96	1,91	519	2035,9	50,90
cp7.1	2,00	1,96	451	1767,1	44,23

cp7.2	2,00	1,96	441	1765,6	43,25
cp8.1	1,98	1,96	543	2203,8	53,25
cp8.2	1,97	2,05	538	2174,6	52,76
cp9.1	1,97	2,06	603	2448,3	59,13
cp9.2	1,98	2,04	605	2442,4	59,33
cp10.1	1,97	1,99	523	2049,8	51,29
cp10.2	1,99	1,99	514	2034,8	50,41
cp11.1	1,96	2,07	537	2178,8	52,66
cp11.2	1,94	2,05	540	2148,5	52,96
cp12.1	2,08	1,96	569	2320,1	55,80
cp12.2	1,94	2,08	549	2213,5	53,84
cp13.1	1,96	2,02	583	2306,3	57,17
cp13.2	2,00	1,97	605	2382,2	59,33
cp14.1	1,92	1,98	564	2143,6	55,31
cp14.2	1,95	1,97	573	2200,4	56,19
cp15.1	1,95	2,02	574	2251,7	56,29
cp15.2	2,01	1,94	562	2190,3	55,11
Média					52,90
DP					4,48
CV (%)					8,46

Fonte: Do autor (2025).

4.5 Compressão perpendicular às fibras

Neste estudo, observou-se uma resistência à compressão perpendicular às fibras (f_{c90}) de 22,29 MPa para a madeira de *A. pyrifolium* (Tabela 8). Valores inferiores foram observados para madeira de *E. nitens*, com média de 4,2 MPa, sendo a maior F_{c90} observada em regiões próximas a casca e as menores próximas a medula. Contudo, o valor observado para *E. nitens* foi considerado abaixo do indicado para suportar tensões internas durante processos de secagem, podendo ocasionar deformações na madeira (PÉREZ-PEÑA et al., 2020).

Tabela 8 – Valores das arestas (a e b, cm), altura (h, cm), força de ruptura (F_{rup} , kgf), e resistência à compressão perpendicular às fibras (f_{c90} , MPa) referentes aos corpos de prova de madeira de pereiro.

CP	a (cm)	b (cm)	h (cm)	F_{rup} (kgf)	f_{c90} (MPa)
1.1	3,02	3,11	60,89	2310,00	23,46
1.2	3,11	3,11	60,98	2250,00	22,81
2.1	3,01	3,11	61,20	1879,26	19,70

2.2	3,00	3,10	61,02	1955,53	20,63
3.1	3,03	3,09	61,13	1553,21	16,31
3.2	3,09	3,04	61,08	1498,99	15,66
4.1	3,61	3,05	61,22	1752,50	18,48
4.2	3,04	3,10	61,13	1748,39	18,10
5.1	3,08	3,04	60,51	1882,25	19,71
5.2	3,02	3,12	61,05	1772,69	18,46
6.1	3,08	3,08	61,26	2397,86	24,81
6.2	3,09	3,08	61,24	2437,87	25,10
7.1	3,10	3,11	61,14	2013,85	20,57
7.2	3,12	3,13	60,80	2223,25	22,35
8.1	3,06	3,12	60,54	2868,99	29,42
8.2	3,07	2,99	61,28	2253,31	24,14
9.1	3,05	3,08	61,19	2203,06	22,96
9.2	3,03	3,06	61,19	2589,31	27,38
10.1	3,11	3,01	60,54	1727,08	18,41
10.2	2,97	3,10	60,95	1810,08	18,27
11.1	3,12	3,11	60,53	2233,72	22,46
11.2	3,13	3,12	60,69	2661,84	27,58
12.1	3,08	3,07	60,84	1942,45	20,01
12.2	3,04	3,14	60,68	2000,25	20,63
13.1	3,02	3,08	60,81	2215,77	22,19
13.2	3,12	3,13	60,72	2843,56	29,75
14.1	3,04	3,08	60,91	2434,88	25,27
14.2	3,10	3,05	61,02	2643,52	26,78
15.1	3,09	3,13	60,23	2427,03	24,82
15.2	3,08	3,11	60,96	2179,50	22,36
Média					22,29
DP					3,65
CV (%)					16,39

Fonte: Do autor (2025).

4.6 Dureza Janka perpendicular às fibras (90°)

Na Tabela 9 são apresentados os resultados da dureza Janka perpendicular às fibras da madeira de pereiro.

Tabela 9 – Ensaio de dureza Janka normal em corpos de prova de madeira de pereiro, com disposição perpendicular às fibras (90°), mensurando-se o teor de umidade (U, %), a força máxima aplicada ($F_{\text{máx}}$, kgf), a tensão (MPa) e a tensão a 12% de umidade (MPa).

Dureza Janka perpendicular às fibras (90°)				
CP	U (%)	F _{máx} (kgf)	Tensão (MPa)	Tensão _{12%} (MPa)
P4 (1)	19,05	788,8	77,35	93,71
	19,05	808,5	79,29	96,05
	19,05	785,3	77,01	93,29
P5 (2)	18,74	802,7	78,72	94,64
	18,74	745,7	73,13	87,92
	18,74	756,7	74,21	89,22
P8 (3)	18,82	616,8	60,49	72,87
	18,82	670,2	65,72	79,18
	18,82	683,1	66,99	80,70
P9 (4)	19,44	777,9	76,29	93,32
	19,44	891,7	87,45	106,98
	19,44	714,5	70,07	85,72
P13 (5)	18,49	623,7	61,16	73,08
	18,49	751,4	73,69	88,04
	18,49	748,0	73,35	87,64
P1	13,28	672,4	65,94	68,47
P5	13,12	649,2	63,66	65,80
P6	13,28	705,1	69,15	71,80
P7-1	13,28	588,0	57,66	59,88
P7-2	13,28	617,2	60,53	62,85
P8	13,28	617,5	60,56	62,88
P9	13,80	665,4	65,25	68,78
P10	13,12	951,0	93,26	96,38
P11 -1	13,10	569,8	55,88	57,72
P11-2	13,10	557,2	54,64	56,44
Média		710,31	69,66	79,73
DP		98,56	9,67	14,41
CV (%)		13,88	13,88	18,07

Fonte: Do autor (2025).

Os resultados do ensaio de dureza Janka perpendicular às fibras (90°) da madeira de *Aspidosperma pyrifolium* evidenciam uma variação considerável na resistência à penetração perpendicular, com valores de tensão ajustados para 12% de umidade variando entre 56,44 MPa e 106,98 MPa, e média geral de 79,73 MPa. A amplitude dos resultados reflete a heterogeneidade intrínseca da madeira, especialmente quando se trata de amostras provenientes de indivíduos diferentes e de material juvenil. A porosidade difusa, associada a uma distribuição homogênea de vasos e a presença de parênquima axial escasso,

pode ter favorecido o desempenho mecânico, contribuindo para a resistência à penetração nas regiões transversais. No entanto, os valores mais baixos, como observados nas amostras P11 e P8, sugerem possíveis variações na densidade local, presença de defeitos estruturais (como vasos de maior diâmetro ou maior teor de parênquima), ou mesmo desvios na umidade pontual no momento do ensaio.

Ao comparar esses valores com os da madeira de cumaru (*Dipteryx odorata*), uma das espécies tropicais de maior densidade e resistência mecânica, verifica-se que o pereiro apresenta valores de dureza significativamente inferiores. De acordo com dados da literatura técnica (IBAMA, 2002; CALIL NETO et al., 2003), a dureza Janka perpendicular do cumaru varia entre 110 MPa e 130 MPa (ajustada para 12% de umidade), sendo cerca de 30% a 60% superior aos valores médios obtidos para o pereiro.

4.7 Dureza Janka paralelo às fibras (0°)

Na Tabela 10 são apresentados os resultados da dureza Janka paralelo às fibras da madeira de pereiro.

Tabela 10 – Valores obtidos nos ensaios de dureza Janka longitudinal em corpos de prova (CP) de madeira de pereiro, com disposição paralela às fibras (0°), mensurando-se o teor de umidade (U, %), a massa (m, g), a força máxima aplicada ($F_{\text{máx}}$, kgf), a tensão (MPa) e a tensão (MPa) a 12% de umidade.

Dureza Janka paralelo às fibras (0°)					
CP	U (%)	m (g)	$F_{\text{máx}}$ (kgf)	Tensão (MPa)	Tensão _{12%} (MPa)
P1 (1)	18,82	10,20	740,20	72,59	87,44
P3 (2)	18,82	10,12	793,30	77,80	93,72
P4 (3)	19,05	10,78	809,40	79,38	96,16
P7 (5)	19,29	9,01	799,00	78,36	95,48
P8 (6)	18,82	9,26	742,40	72,80	87,70
P9 (7)	19,44	10,26	703,30	68,97	84,37
P10 (8)	18,50	9,04	671,50	65,85	78,69
P1-1	13,28		645,00	63,25	65,68
P1-2	13,28		746,60	73,22	76,03
P5-1	13,12		829,50	81,35	84,08
P5-2	13,12		827,10	81,11	83,84

P5-3	13,12	790,40	77,51	80,12
P6-1	13,28	821,90	80,60	83,70
P6-2	13,28	783,30	76,82	79,77
P7-1	13,28	902,90	88,54	91,95
P7-2	13,28	851,90	83,54	86,75
P8-1	13,28	889,60	87,24	90,59
P8-2	13,28	900,00	88,26	91,65
P9-1	13,80	852,40	83,59	88,11
P9-2	13,80	901,80	88,44	93,21
P9-3	13,80	900,50	88,31	93,08
P10-1	13,12	900,70	88,33	91,29
P10-2	13,12	901,80	88,44	91,40
P10-3	13,12	902,20	88,48	91,44
P11	13,10	746,80	73,24	75,65
Média	14,89	814,14	79,84	86,48
DP	2,61	77,87	7,64	7,35
CV (%)	17,51	9,56	9,56	8,50

Fonte: Do autor (2025).

Os ensaios de dureza Janka na direção paralela às fibras (0°) para a madeira de *Aspidosperma pyrifolium* (pereiro) indicaram valores de tensão corrigidos para 12% de umidade entre 65,68 MPa e 96,16 MPa, com média de 86,48 MPa e coeficiente de variação de 8,50%, refletindo boa uniformidade entre os corpos de prova. Ao comparar os resultados obtidos com outras espécies do gênero *Aspidosperma*, destaca-se a madeira de peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron*), Vidaurre et al. (2013) relatam que a dureza Janka paralela da peroba-rosa, ajustada para 12% de umidade, pode variar entre 95 MPa e 110 MPa, com média superior a 100 MPa, dependendo da origem e idade da madeira. Dessa forma, a madeira de pereiro apresentou valores cerca de 14% inferiores, o que é coerente com sua menor densidade aparente e menor grau de maturidade estrutural.

Além da peroba-rosa, espécies tropicais de alta densidade como o cumaru (*Dipteryx odorata*), o ipê (*Handroanthus spp.*) e a jatobá (*Hymenaea courbaril*) também apresentam dureza Janka paralela superior à do pereiro, frequentemente excedendo 110 MPa a 130 MPa (IBAMA, 2002; CALIL NETO et al., 2003). Tais valores refletem sua maior massa específica (acima de 1,0 g/cm³) e alto teor de fibras com paredes espessas.

4.8 Flexão estática

A determinação da resistência à flexão estática da madeira é realizada por meio da aplicação de uma carga em um corpo de prova bi apoiado, com a força concentrada no centro do vão. As normas ISO 13061-3 (ISO, 2014b) e 13061-4 (ISO, 2014c) fornecem diretrizes para a realização deste ensaio, abordando a resistência à flexão e o módulo de elasticidade, respectivamente.

Ambas as normas recomendam o uso de corpos de prova prismáticos retangulares com seção transversal quadrada de no mínimo 20 por 20 mm. O comprimento do corpo de prova, orientado na direção das fibras, deve permitir um vão livre (distância entre os apoios) de 12 a 16 vezes a altura da seção. Para a determinação do módulo de elasticidade, o vão livre deve ser especificamente de 14 vezes a altura. A aplicação da carga deve ser contínua e a uma taxa constante, de modo que a ruptura do corpo de prova ocorra entre 30 s e 5 min após o início do carregamento. Na Tabela 11 são apresentados os resultados dos ensaios a flexão da madeira de pereiro.

Tabela 11 – Valores médios obtidos de resistência à flexão estática em corpos de prova (CP) de madeira de pereiro, caracterizando-se a umidade (U, %), a força de ruptura (F_{rup} , kgf), o módulo de ruptura (MOR, kgf/cm² e MPa), o módulo de ruptura corrigido (MOR_{corr}, MPa), o módulo de elasticidade (MOE, kgf/cm² e MPa) e o módulo de elasticidade corrigido (MOE_{corr}, MPa).

Flexão Estática								
CP	U (%)	F_{rup} (kgf)	MOR (kgf/cm ²)	MOR (MPa)	MOR _{corr} (MPa)	MOE (kgf/cm ²)	MOE (MPa)	MOE _{corr} (MPa)
P1	18,82	228,10	1026,00	100,62	114,34	75670,00	7420,69	8433,18
P2	18,80	263,20	1214,00	119,05	135,23	97190,00	9531,08	10826,39
P3	18,82	197,40	888,00	87,08	98,96	88492,00	8678,10	9862,15
P4	19,05	246,80	1144,00	112,19	128,00	87162,00	8547,67	9752,49
P5	18,74	288,10	1309,00	128,37	145,68	94276,00	9245,32	10492,09
P6	19,24	245,00	1119,00	109,74	125,62	66282,00	6500,04	7440,67
P7	19,29	230,70	1054,00	103,36	118,42	75128,00	7367,54	8441,10
P8	18,82	209,60	907,00	88,95	101,08	77372,00	7587,60	8622,86
P9	19,44	216,90	991,00	97,18	111,65	68555,00	6722,95	7723,92
P10	18,50	251,70	1144,00	112,19	126,77	77661,00	7615,94	8606,11
P11	18,42	183,30	850,00	83,36	94,06	91941,00	9016,33	10174,22
P12	18,82	265,10	1205,00	118,17	134,29	86027,00	8436,37	9587,43
P13	18,49	286,70	1317,00	129,15	145,92	96411,00	9454,69	10682,35
P14	18,82	232,90	1086,00	106,50	121,03	89298,00	8757,14	9951,97
P15	18,82	229,50	1043,00	102,28	116,24	77539,00	7603,98	8641,47
P1	13,28	314,70	1570,00	153,96	157,91	107352,00	10527,63	10797,33
P2-1	13,28	184,20	881,00	86,40	88,61	96434,00	9456,94	9699,21
P2-2	13,28	280,20	1338,00	131,21	134,57	93381,00	9157,55	9392,15
P5	13,12	192,70	939,00	92,08	94,15	86402,00	8473,14	8662,93
P6	13,28	193,10	948,00	92,97	95,35	101852,00	9988,27	10244,15

P9-1	13,80	236,90	1131,00	110,91	114,91	96296,00	9443,41	9783,37
P9-2	13,80	244,20	1170,00	114,74	118,87	89332,00	8760,48	9075,85
P11-1	13,28	245,90	1213,00	118,95	122,00	96348,00	9448,51	9690,57
P11-2	13,28	305,00	1508,00	147,88	151,67	92120,00	9033,89	9265,32
P12	13,28	259,00	1277,00	125,23	128,44	115465,00	11323,25	11613,33
Média		241,24	1130,88	110,90	120,95	88959,44	8723,94	9498,50
DP		36,57	188,61	18,12	18,81	11674,43	1121,74	1015,91
CV (%)		15,16	16,68	16,34	15,56	13,12	12,86	10,70

Fonte: Do autor (2025).

Os resultados obtidos nos ensaios de flexão estática da madeira de *Aspidosperma pyrifolium* revelam desempenho mecânico promissor, mesmo considerando que as amostras analisadas correspondem a madeira jovem. A média do módulo de ruptura (MOR) corrigido para 12% de umidade foi de 120,95 MPa, enquanto o módulo de elasticidade (MOE) corrigido médio foi de 9.498,50 MPa. O coeficiente de variação foi de 15,56% para o MOR e 10,70% para o MOE, valores considerados aceitáveis, especialmente em se tratando de uma espécie nativa coletada em condições naturais e sujeita à variabilidade anatômica e ambiental. Ao comparar com outras espécies do mesmo gênero, como a peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron*), observa-se que o MOR dessa espécie pode variar entre 130 e 160 MPa, com MOE frequentemente acima de 13.000 MPa (VIDAURRE et al., 2013).

Araújo et al. (2016) analisaram essas espécies tratadas termicamente e avaliaram os efeitos no MOR e no MOE. A madeira de peroba-mica apresentou incremento em MOR e MOE após tratamento térmico, embora sua dureza Janka não tenha melhorado, diferentemente do cumaru. Melo, Pellicane, Souza (2000) investigaram MOR e MOE em seis madeiras tropicais brasileiras e constataram que a distribuição de dados mecânicos geralmente se ajusta melhor à distribuição SB ou Weibull do que à normal, devido à assimetria intrínseca dos dados de MOR. A dissertação de Alves (2023) demonstrou que a Jurema-preta, na flexão estática, apresentou valor de resistência superiores a 87,3 MPa da espécie Mandioqueira e valor próximo a 138,1 MPa do Angelim-vermelho. No entanto, os módulos de elasticidade na flexão foram inferiores a ambas as espécies, além de outras como Angelim-amargoso, Jatobá e Cumaru, conforme indicadas no IPT (2013).

5 CONCLUSÕES

A madeira de pereiro (*A. pyrifolium*) apresentou propriedades físico-mecânicas compatíveis com diversas aplicações industriais de maior valor agregado, além de seu uso tradicional como biomassa energética.

A análise anatômica da madeira de pereiro, realizada por meio de microscopia de luz, revelou características estruturais típicas de espécies latifoliadas tropicais. Observou-se a presença de vaso-porosidade difusa, com distribuição uniforme dos vasos no lenho, associada a parênquima axial do tipo difuso e em faixas marginais, o que pode contribuir para uma distribuição mais homogênea da seiva e influenciar propriedades físicas da madeira, como sua estabilidade dimensional, reforçando seu potencial para aplicações estruturais e industriais.

A análise das propriedades dimensionais da madeira de pereiro evidenciou um comportamento anisotrópico típico, tanto para o inchamento quanto para a retração. Os valores médios de inchamento foram próximos a 5,5% na direção radial (R), 7,9% na tangencial (T) e cerca de 0,5% na longitudinal (L), enquanto a retração apresentou médias de aproximadamente 5,1% (R), 7,5% (T) e 0,5% (L). Essa maior variação nas direções tangencial e radial, em contraste com a quase desprezível resposta longitudinal, é característica fundamental que contribui para a estabilidade dimensional da madeira frente às variações de umidade. A baixa resposta longitudinal é especialmente favorável para aplicações que exigem precisão dimensional e resistência à deformação.

A. pyrifolium evidenciou um comportamento anisotrópico característico de espécies lenhosas tropicais, apresentando variações dimensionais expressivas nas direções radial e tangencial, com resposta praticamente desprezível na direção longitudinal, fator que contribui significativamente para a estabilidade dimensional da madeira frente às variações de umidade ambiental. A morfologia anatômica, marcada pela distribuição homogênea dos vasos e pelo arranjo organizado do parênquima axial, exerce papel fundamental na manutenção da estabilidade física do material, corroborando sua adequação para aplicações em estruturas leves, painéis, mobiliário e produtos de madeira sólida reconstituída.

A densidade aparente média de 0,810 g/cm³ classifica a espécie como madeira de densidade alta, conferindo-lhe elevada estabilidade dimensional e boa capacidade

de suporte estrutural, em conformidade com os parâmetros reportados na literatura técnico-científica. Nos ensaios mecânicos, a resistência à compressão paralela às fibras corrigido para 12% de umidade foi igual a 52,90 MPa, logo superior à média observada para espécies nativas da Caatinga, evidenciando seu potencial para aplicações estruturais leves.

Os valores de dureza Janka, tanto na direção perpendicular (79,73 MPa) quanto paralelo (86,48 MPa) às fibras, indicam elevada resistência ao impacto e à abrasão, características desejáveis para aplicações em pisos, mobiliário e componentes sujeitos a desgaste mecânico. Adicionalmente, a resistência ao cisalhamento ($f_{v0} = 18,93$ MPa) e à flexão estática (MOR = 120,95 MPa) confirmam o bom desempenho da madeira sob solicitações combinadas, favorecendo sua utilização em móveis rústicos, esquadrias e estruturas secundárias.

Diante das propriedades avaliadas conclui-se que a madeira de *A. pyrifolium* possui elevado potencial tecnológico para aplicações industriais em produtos sólidos reconstituídos, painéis, estruturas leves e artefatos de marcenaria, contribuindo para o aproveitamento sustentável de espécies nativas e agregando valor econômico à cadeia produtiva da madeira na região semiárida.

6 REFERÊNCIAS

ALVES, M. L. X. F. N. **Estudo das propriedades físicas e mecânicas das espécies *Mimosa tenuiflora* e *Aspidosperma piryfolium* nativas do bioma caatinga para uso na construção civil**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Natal, RN, 2023.

ANDRADE, J. H. C.; RODRIGUES, J.; BENITES, A.; BENITES, C.; ACOSTA, A.; BENITES, M.; BENITES, C.; GOMES, I.; DA SILVA, J. V.; ANTUNES, E.; ANTUNES, E.; MARTINS, J.; TIMÓTEO, D. M.; FRANCO, S.; MORINICO, J. C. P.; SILVA, F. R.; HANAZAKI, N. Notes on current exchanges of medicinal plants among the Mbyá-Guarani in southern Brazil. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**. 2021.

AGREN, A. R. **Properties of softwood**. Disponível em: <https://www.swedishwood.com/wood-facts/about-wood/from-log-to-plank/properties-of-softwood/>. Acesso em: 20 de maio de 2025.

ARAUJO, H. J. B. **Caracterização do material madeira**. In: SEABRA, G. (org.). Educação ambiental: o desenvolvimento sustentável na economia globalizada. Ituiutaba, MG: Barlavento, 2020, p. 31-44.

ARAUJO, S. O.; VITAL, B. R.; OLIVEIRA, B.; CARNEIRO, A. C. O.; LOURENÇO, A.; PEREIRA, H. Physical and mechanical properties of heat treated wood from *Aspidosperma populifolium*, *Dipteryx odorata* and *Mimosa scabrella*. **Journal of Tropical Forest Science**, v. 31, n. 4, p. 460–469, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 7190-3: **Projeto de estruturas de madeira – Parte 3: Métodos de ensaio para corpos de prova isentos de defeitos para madeiras de florestas nativas**. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

BOTOSSO, P. C. **Identificação macroscópica de madeiras**: guia prático e noções básicas para o seu reconhecimento. Colombo: Embrapa Florestas, 2011.

BRAND, M. A. Potencial de uso da biomassa florestal da Caatinga, sob manejo sustentável, para geração de energia. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 1, p. 117-127, 2017.

CALIL NETO, C.; DIAS, A. A.; LATORRACA, J. V. F. Propriedades físicas e mecânicas de madeiras tropicais brasileiras. **Revista da Madeira – REMA**, São Paulo, n. 75, p. 100–111, 2003.

CARDOSO, F. C. G.; CAPELLESSO, E. S., BRITEZ; R. M. DE, INAGUE; G., MARQUES, M. C. M. Conservação da paisagem como estratégia para recuperação da biodiversidade: lições de um programa de longo prazo de restauração de pastagens na Mata Atlântica do sul. **Journal of Applied Ecology**, [S.l.], 2022.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Florestas, 2004. (Circular Técnica 96). Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/287286>. Acesso em: jul. 2025.

CARVALHO, P. E. R. Pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*). In: **Espécies arbóreas brasileiras**. Embrapa Florestas, v. 4, p. 445-455, 2010.

CARVALHO, R. P. O uso da madeira aplicado ao ensino da arte em sala de aula- módulo I. **Revista Filosofia Capital**, v. 3, n. 6, p. 73-95, 2008.

CARVALHO, R. A.; SILVA, G. F.; PINHEIRO, C. J. G.; HENRIQUES, W. B.; FARIA, M. F. M. Predição da densidade básica de *Eucalyptus* sp. por meio da técnica não destrutiva de ultrassom. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 33, n. 2, e70092, p. 1-15, 2023.

EMBRAPA. **Vegetação nativa protegida no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/car-2018/sintese>. Acesso em: 26 jun. 2025.

FERREIRA, A. L.; SILVA, V. P. DA; NASCIMENTO, A. D. C. DO; ARRUDA, J. C. DE; CATELAN, L. L. M.; SANDER, N. L.; SILVA, A. J. DA. Registros de espécies arbóreas em herbário virtual com ênfase na cidade de Cáceres-MT, Brasil. **Peer Review**, v. 5, n. 16, 2023.

GOMES J. J.; TOLEDO FILHO R. D.; NASCIMENTO J. W. B.; SILVA V. R.; NÓBREGA M.V. Características tecnológicas da *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. e alternativas para uso racional. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 5, p. 537-542, 2007.

HATSCHBACH, G. G.; ZILLER, S. R. *Aspidosperma polyneuron*. In: CARVALHO, P. E. R. (Org.). **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Brasília: Embrapa-CNPq, 1995. p. 87–89.

IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Madeiras tropicais brasileiras: características e usos**. Brasília: IBAMA, 2002. 120 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura 2023**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura.html>. Acesso em: 19 nov. 2024.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO. ISO 13061-1: **Physical and mechanical properties of wood—test methods for small clear wood specimens—Part 1: Determination of moisture content for physical and mechanical tests**. Geneva, Switzerland: ISO, 2014a.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO. ISO 13061-17: **Physical and mechanical properties of wood — Test methods for small clear wood specimens — Part 17: Determination of ultimate stress in compression parallel to grain**. Geneva, Switzerland: ISO, 2017.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO. ISO 13061-3: **Physical and mechanical properties of wood—Test methods for small clear wood specimens—Part 3: Determination of ultimate strength in static bending**. Geneva, Switzerland: ISO, 2014b.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO. ISO 13061-4: **physical and mechanical properties of wood—Test methods for small clear wood specimens—Part 4: Determination of modulus of elasticity in static bending**. Geneva, Switzerland: ISO, 2014c.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT. **Catálogo de Madeira Brasileiras para a Construção Civil**. São Paulo, 2013.

IUCN - UNIÃO INTERNACIONAL PARA A CONSERVAÇÃO DA NATUREZA E DOS RECURSOS NATURAIS. 2025. **Lista da flora ameaçada**. 15p. Disponível em: http://www.biodiversitas.org.br/cepf/edital/flora_iucn.pdf. Acesso em: jul. 2025.

LEÓN, W. J. Anatomía de la madera de 26 especies del género *Aspidosperma* Mart. (Apocynaceae). **Acta Botanica Venezuelica**, v. 34, p. 127-152, 2011.

LEONELLO, R. **Propriedades mecânicas da madeira**. In: CARACTERÍSTICAS DA MADEIRA e seus ensaios. [S. l.]: [s. n.], 2011.

LOGSDON, N. B.; FINGER, Z.; BORGES, C. G. A. Caracterização físico-mecânica da madeira de *Peroba-mica*, *Aspidosperma populifolium* A. DC. (Apocynaceae). **Floresta**, v. 38, p. 11-21, 2008.

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

MAINIERI, C.; CHIMELO, J. P. **Fichas de características das madeiras brasileiras**. IPT: São Paulo, 1989. 420p.

MARINI, L. J.; CAVALHEIRO, R. S.; ARAUJO, V. A.; CORTEZ-BARBOSA, J.; CAMPOS, C. I.; MOLINA, J. C.; SILVA, D. A. L.; LAHR, F. A. R.; CHRISTOFORO, A. L. Estimation of mechanical properties in Eucalyptus woods towards physical and anatomical parameters. **Construction and Building Materials**, v. 352, p. 128824, 2022.

MELO, J. E. de; PELLICANE, P. J.; SOUZA, M. R. de. Goodness-of-fit analysis on wood properties data from six Brazilian tropical hardwoods. **Wood Science and Technology**, v. 34, p. 83-97, 2000.

MENGISTU, M.; RAWAT, Y. S.; TEKLEYOHANNES, A. T.; ASFAW, S. F. Variation in the quality of charcoal from *Acacia decurrens* (JC Wendl.) Willd. with age and longitudinal stem portions. **Trees, Forests and People**, v. 19, p. 100790, 2025.

MESSIAS P. A. 2019. **Delimitação de espécies do complexo *Aspidosperma pyrifolium* Mart. & Zucc. (Apocynaceae)**. Tese (Doutorado), Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho, Instituto de Biociências e Botucatu, UNESP.

MOLINA, J. C.; CALIL JUNIOR, C. Sistema construtivo em *wood frame* para casas de madeira. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, v. 31, n. 2, p. 143-156, 2010.

NASCIMENTO, M. F.; CHRISTOFORO, A. L.; SILVA BERTOLINI, M.; CHAHUD, E.; LAHR, F. A. R. Painéis de partículas homogêneas fabricados com espécies de manejo da região da Caatinga do Brasil. **Construindo**, v. 5, n. 2, p. 1-10, 2013.

NETA ALVES, M. L. X. F. **Estudo das propriedades físicas e mecânicas das espécies Mimosa Tenuiflora e Aspidosperma Piryfolium nativas do bioma Caatinga para uso na construção civil**. 2023. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

OLIVEIRA, N. G. D. **Propriedades acústicas de pereiro (*Aspidosperma pyrifolium* MART. & ZUCC), Pau-branco (*Auxemma oncocalyx* (Allemão) Taub.) e Eucalipto (*Eucalyptus urograndis*)**. Monografia (Graduação). 76 f. Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró, RN. 2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA – FAO. **Características e ensaios de propriedades mecânicas da madeira**. Roma: FAO, 2010.

PAIVA FILHO, J. C. D.; ALMEIDA, L. A.; CASTRO, V. G. D.; DIODATO, M. A. Diagnóstico do uso da madeira como material de construção no município de Mossoró-RN/Brasil. **Matéria**, v. 23, n. 3, p. e12179, 2018.

PÉREZ-PEÑA, N.; ELUSTONDO, D. M.; VALENZUELA, L.; ANANÍAS, R. A. Variação das propriedades de resistência à compressão perpendicular relacionadas à estrutura anatômica e à densidade em espécimes verdes de *Eucalyptus nitens*. **BioResources**, v. 15, n. 1, p. 987-1000, 2020.

PIMENTEL, T. S.; WIMMER, P.; CARVALHO, H. R.; ROITMAN, L.; DEL MENEZZI, C. H. S. **Shear bonding strength of some Amazonian woods**. v. 49, n. 132, p. e3753, 2021.

RAPOSO, M. I. C. et al. Caracterização tecnológica da madeira voltada à construção civil: uma revisão. **Revista da Madeira**, v. 19, n. 1, p. 49-58, 2018.

REIS, A. R. S. Anatomia da madeira de quatro espécies de *Aspidosperma* Mart. & Zucc. comercializadas no estado do Pará, Brasil. **Revista Ciência da Madeira**, v. 6, p. 47-62, 2015.

REIS, P. C. M. D. R.; REIS, L. P.; SOUZA, A. L. D.; CARVALHO, A. M. M. L.; MAZZEI, L.; REIS, A. R. S.; TORRES, C. M. M. E. Agrupamento de espécies madeireiras da Amazônia com base em propriedades físicas e mecânicas. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 1, p. 336-346, 2019.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto Madeira do Rio Grande do Sul**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1983.

REMADE – Revista da Madeira. **Madeiras brasileiras e exóticas – Pereiro**. Disponível em: <https://www.remade.com.br/madeiras-exoticas/1624/madeiras-brasileiras-e-exoticas/pereiro>. Acesso em: 23 jun. 2025.

RODRÍGUEZ, M. E.; CARDOZO, A.; RUIZ DÍA, M.; PRADO, D. E. **Los bosques nativos misioneros**: estado actual de su conocimiento y perspectivas. In: ARTURI, M.; FRANGI, J.; GOYA, J. F. (Org.). *Ecología y manejo de los bosques de Argentina*. La Plata: EDULP, 2006. p. 1–19.

ROLIM, S. G.; PIOTTO, D. **Propriedades tecnológicas da madeira**: fundamentos e aplicações. Curitiba: Editora UFPR, 2018.

SANTOS, R. C. D.; CARNEIRO, A. D. C. O.; PIMENTA, A. S.; CASTRO, R. V. O.; MARINHO, I. V.; TRUGILHO, P. F.; ALVES, I. C. N.; CASTRO, A. F. N. M. Potencial energético da madeira de espécies oriundas de plano de manejo florestal no estado do Rio Grande do Norte. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 2, p. 491-502, 2013.

SCHULZ, H. R.; GALLIO, E.; ACOSTA, A. P.; GATTO, D. A. Avaliação de propriedades físicas das madeiras de seis espécies florestais. **Revista Matéria**, v. 25, n. 3, p. e-12795, 2020.

SOUSA, M. A. R.; MOUTINHO, V. H. P.; SILVA, S. S. Levantamento das espécies comercializadas vernacularmente como cumaru no Estado do Pará. Nota Técnica. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl.1, p. 81-83, 2007.

TEIXEIRA, T. O. B.; SILVA, M. L. D.; JACOVINE, L. A. G.; VALVERDE, S. R.; SILVA, J. D. C.; PIRES, V. A. V. A percepção sobre o uso da madeira de eucalipto pelos fabricantes do polo moveleiro de Ubá-MG. **Revista Árvore**, v. 33, n. 5, p. 969-975, 2009.

VASCONCELOS, A. D. M.; RAMOS, G. G.; OLIVEIRA, R. J. D.; LEITE, M. J. D. H.; HENRIQUES, I. G. N.; RIBEIRO, N. M. D. A. R.; VASCONCELOS, G. D. S. Floristic analysis and phytosociology in an area of Caatinga, Brazil. **Annual Research & Review in Biology**, v. 32, n. 6, p. 1-8, 2019.

VIDAURRE, G. B.; MUÑIZ, G. I. B.; BALLARIN, A. W.; BORTOLOTTTO, G. L. Propriedades físico-mecânicas da madeira de *Aspidosperma polyneuron* (peroba-rosa). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 6, p. 1151–1158, 2013.

WHEELER, E. A.; BAAS, P.; GASSON, P. E. International association of wood anatomists: list of microscopic features for hardwood identification. **IAWA Bulletin**, v. 10, n. 3, p. 219-232, 1989.

WIKIPÉDIA. **Pereiro (Ceará)**. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Pereiro_\(Cear%C3%A1\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Pereiro_(Cear%C3%A1)). Acesso em: 23 jun. 2025.

ZENID, G. J. Espécies nativas com potencial madeireiro e moveleiro. **O Papel**, v. 67, n. 11, p. 68-78, 2006.

ZENID, G. J.; ROMAGNANO, L. F. T.; NAHUZ, M. A. R. **Madeira**: uso sustentável na construção civil. 2. ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas; Secretaria do Verde e do Meio Ambiente, 2009.